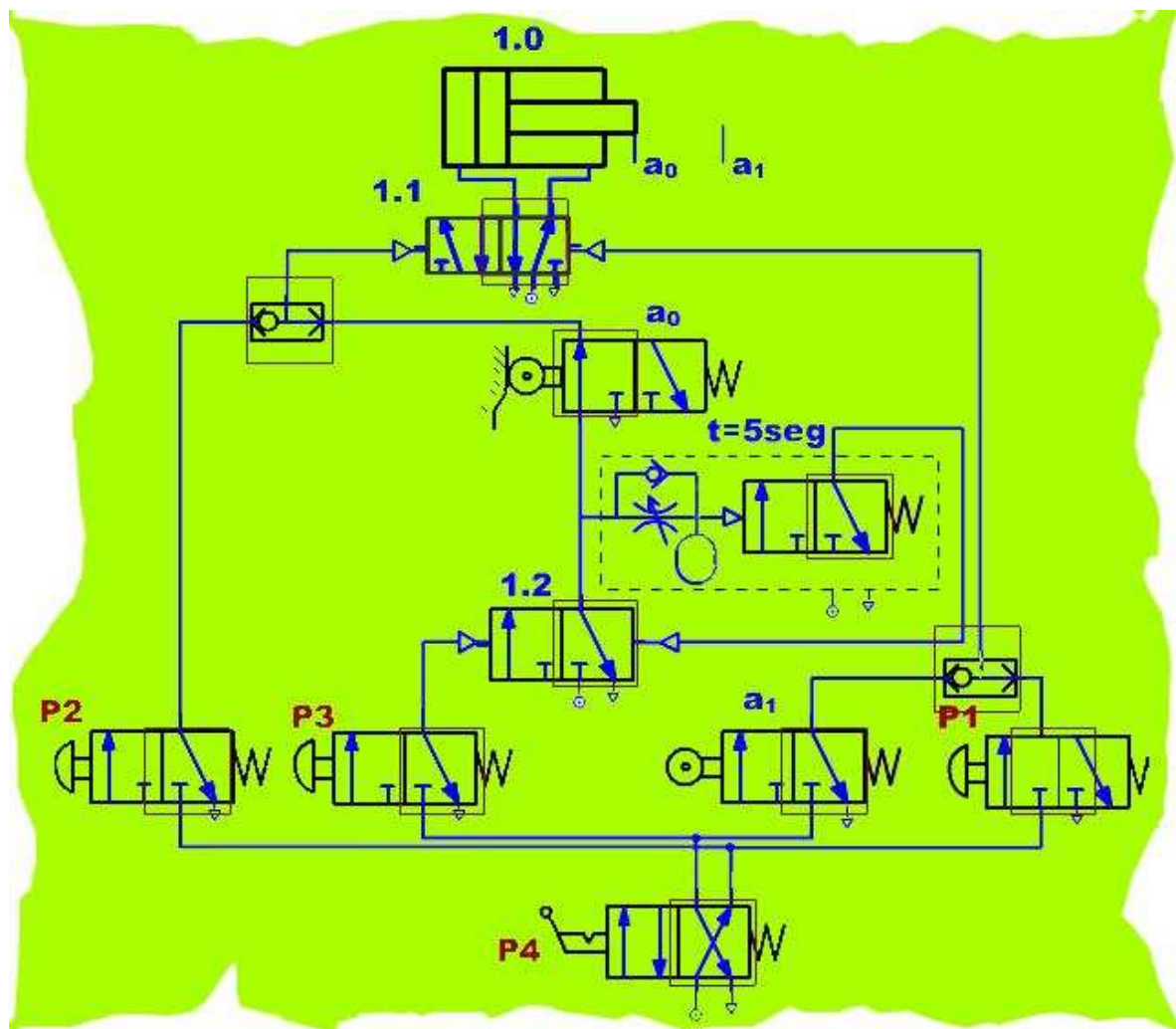


# NEUMÁTICA



Fabio Galicia

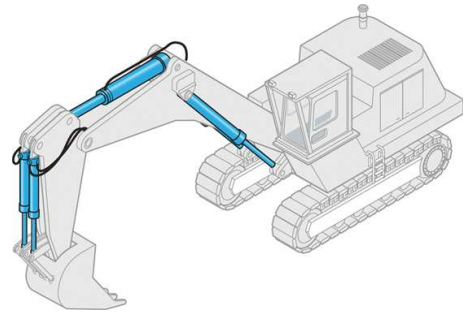
IES Pirineos

4º E.S.O.

## NEUMÁTICA E HIDRÁULICA

Dos son las ciencias que estudian los fluidos en equilibrio y en movimiento, ya sean gaseosos (Neumática) o líquidos (Hidráulica). Por tanto, podremos definir las tecnologías neumática e hidráulica como aquéllas destinadas a aprovechar las capacidades energéticas de los fluidos a presión para obtener un trabajo útil y convertir los procesos manuales en automáticos o semiautomáticos.

Encontramos **aplicaciones** de estas dos ramas de la técnica en el riego de campos, en instalaciones de agua potable y de desechos, en vehículos de transporte, en sistemas de aire acondicionado, etc., pero es en la industria donde se ha producido una mayor implantación: maquinaria de construcción (excavadoras, grúas...), medios de transporte, sistemas de fabricación, ensamblaje y manipulación, sistemas robotizados o industrias de procesos continuos.



### PRESIÓN

Se define **presión** como el cociente entre el valor de la fuerza aplicada sobre una superficie y el área de ésta.

$$P = F / S$$

P = Presión [N / m<sup>2</sup>]

F = Fuerza [N]

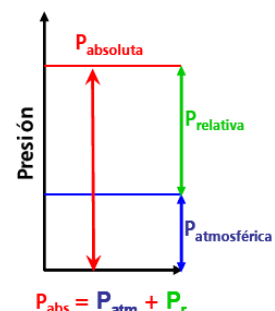
S = Sección [m<sup>2</sup>]

En el Sistema Internacional (SI), la presión se mide en Pascales [N / m<sup>2</sup>]. No obstante, por ser una unidad muy pequeña, es más práctico el emplear otras unidades (bares, mm de Hg, atmósferas...) cuyas equivalencias se muestran a continuación:

$$1 \text{ atm} = 1 \text{ Kp/cm}^2 = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

A la hora de expresar la presión de un gas o líquido se distinguen tres tipos de presión:

1. **Presión atmosférica (P<sub>atm</sub>):** Presión ejercida por el aire que rodea la Tierra. Se mide con un barómetro.
2. **Presión absoluta:( P<sub>abs</sub>):** Presión total en un punto referenciada al vacío (Presión del vacío = 0).
3. **Presión manométrica, relativa o de trabajo (P<sub>r</sub>):** es la diferencia de presiones entre la presión absoluta y la presión



atmosférica. Esta presión es la usada en hidráulica y neumática; midiéndose con un manómetro. El aire comprimido que se emplea en la industria procede del exterior. Habitualmente se comprime hasta alcanzar una presión de unos 6 bares con respecto a la atmosférica (presión relativa =6 bar).

## FLUIDOS

Un **fluido** es una materia en el que las fuerzas entre las partículas que los componen son de tal naturaleza que les permite fluir y ocupar total (los gases) o parcialmente (los líquidos) el recipiente que los contiene; es decir adoptan la forma de los recipientes que los contienen.

La Neumática emplea normalmente aire comprimido como fluido de trabajo. El empleo de aire presenta una serie de ventajas, tales como:

- ⌚ Muy abundante (disponible de manera ilimitada) y gratuito.
- ⌚ Fácil de transportar y fácil de almacenar en depósitos.
- ⌚ No contamina (puede liberarse directamente a la atmósfera, por lo que no se precisa circuito de retorno).
- ⌚ Es seguro, ya que no existe peligro de explosión ni incendio.
- ⌚ Resistente a las variaciones de temperatura.
- ⌚ Altas velocidades de trabajo.
- ⌚ Fácil regulación de la velocidad y fuerzas.

El aire está compuesto básicamente de un nitrógeno (78%), oxígeno (21%) y otros gases. A su vez, contiene cantidades variables de CO<sub>2</sub>, vapor de agua y partículas en suspensión. Por ser un gas:

- ⚙ Presenta alta compresibilidad
- ⚙ Presenta baja viscosidad
- ⚙ Ocupa todo el recipiente que lo contiene

El comportamiento del aire, puede asemejarse en gran medida a la de un gas ideal. La ley de los gases perfectos puede expresarse mediante la siguiente fórmula:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

P = Presión [N / m<sup>2</sup>]

V = Volumen [m<sup>3</sup>]

n = número de moles

T = Temperatura [°K]

R = Constante universal de los gases (8,314 J· mol<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>).

Así en un sistema cerrado (el número de moles no varía  $n_1 = n_2$ ), que evoluciona de un estado inicial 1 a un estado final 2, las transformaciones más importantes son:

1. **Procesos isotermos** (a la misma temperatura,  $T_1 = T_2$ ). Son el tipo de transformaciones típicas de la neumática, a  $t^a$  constante y se rigen por la ley de Boyle-Mariotte:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

2. **Procesos isobáricos** (a la misma presión,  $P_1 = P_2$ ). Se rigen por la Ley de Gay-Lussac:

$$V_1 / T_1 = V_2 / T_2$$

3. **Procesos isocoros** (a volumen constante,  $V_1 = V_2$ ): Se rigen por la ley de Charles:

$$P_1 / T_1 = P_2 / T_2$$

### TEOREMA DE PASCAL

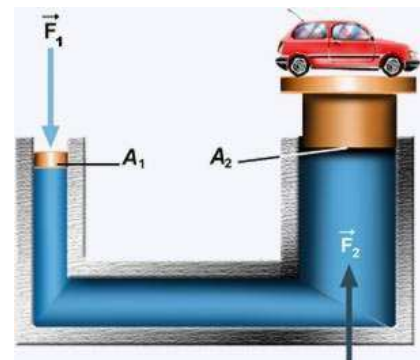
El fluido que normalmente se utiliza en hidráulica es aceite mineral, por lo que los circuitos que emplean dicho fluido de trabajo reciben el nombre de oleohidráulicos. La gran diferencia entre trabajar con aire a trabajar con líquidos, es que los líquidos son prácticamente incompresibles (no se pueden comprimir), y que poseen una mayor viscosidad (producen pérdidas de carga).

**La estructura de los fluidos hace que en ellos se transmitan presiones.** Este comportamiento fue descubierto por el físico francés Blaise Pascal, quien estableció el siguiente principio: “*La presión ejercida en un punto de un fluido se transmite íntegramente a todos los puntos del fluido*”.

Una aplicación práctica del Principio de Pascal es la Prensa Hidráulica formada por dos pistones unidos mediante un líquido encerrado. Si aplicamos una fuerza ( $F_1$ ) sobre uno de los pistones, la presión se transmite hasta el otro, produciendo una fuerza ( $F_2$ ) en el segundo.

Como las presiones son iguales ( $P_1 = P_2$ ), la ecuación que rige este principio es la siguiente:

$$F_1 / S_1 = F_2 / S_2$$



El Principio de Pascal fundamenta el funcionamiento de las genéricamente llamadas máquinas hidráulicas: la prensa, el gato, el freno, el ascensor y la grúa, entre otras...

### CAUDAL Y CONTINUIDAD

Se puede definir el caudal como el volumen de un fluido (gaseoso o líquido) que atraviesa una sección ( $S$ ) por unidad de tiempo ( $t$ ). De acuerdo con esto, **la ley de la continuidad** puede expresarse así:

$$Q = V / t = S \cdot L / t = v \cdot S$$

$Q$  = Caudal [ $m^3 / s$ ]  
 $t$  = Tiempo [ $s$ ]

$V$  = Volumen [ $m^3$ ]  
 $S$  = Sección [ $m^2$ ]

$L$  = Longitud [m]

$v$  = Velocidad [ $\text{m}^2/\text{s}$ ]

Las dos consecuencias principales de dicha ley son:

1. Si disminuimos la sección manteniendo el caudal constante, la velocidad aumenta. (ejemplo: jeringuilla, manguera al regar...). Por tanto, cuanto más fina sea la tubería, más deprisa circula el fluido.
2. Si disminuimos la sección manteniendo la velocidad constante, el caudal disminuye.

## TRABAJO Y POTENCIA

El trabajo es el producto entre la fuerza aplicada ( $F$ ) sobre una superficie, y el desplazamiento que en ésta provoca ( $d$ ).

$$W = F \cdot d = P \cdot S \cdot d = P \cdot \Delta V$$

$W$  = Trabajo [N.m]

$d$  = distancia [m]

$P$  = Presión [ $\text{N}/\text{m}^2$ ]

$S$  = Sección [ $\text{m}^2$ ]

$\Delta V$  = Variación de volumen [ $\text{m}^3$ ]

Por consiguiente, para que se produzca un trabajo debe existir un desplazamiento o variación de volumen (Si estos son nulos,  $W=0$ ). En neumática, la variación de volumen,  $\Delta V$ , se produce al expandirse un gas provocando el movimiento de un elemento móvil, llamado actuador.

Las unidades en el SI de trabajo es el Julio o Joule (J).

$$1 \text{ Joule (J)} = 1 [\text{N.m}] = 1 [\text{Pa.m}^3]$$

La potencia es la cantidad de trabajo producida por unidad de tiempo

$$P = W / t = P \cdot \Delta V / t = P \cdot \Delta V \cdot f$$

$f$  = frecuencia [rps] [ciclos/s]

En cuanto a las unidades, siendo la unidad en el SI de la potencia el Watio (W).

$$1 [\text{W}] = 1 [\text{J} / \text{s}] = 1 [\text{Pa.m}^3 / \text{s}]$$

## EJERCICIOS

1. ¿Cuál es la unidad de presión en el Sistema internacional de medidas?  
 𐀀 atmósfera      𐀀 Pascal      𐀀 bar      𐀀 kilogramo      𐀀 m<sup>3</sup>/s
2. Calcula la presión absoluta en un depósito de aire comprimido cuya presión manométrica es de 8 bares (sol: 9 bares).
3. Un gas que inicialmente ocupaba 5 L, se comprime a temperatura constante hasta ocupar un volumen final de 1 L. Si inicialmente se encontraba a una presión de 2 bares, ¿a qué presión se encontrará tras modificar su volumen? (sol: bares).
4. Un fluido ejerce una presión de 600 000 Pascales sobre una superficie de 0,0012 m<sup>2</sup>. Hallar la fuerza que ejerce el fluido sobre la superficie (sol: 720 N).
5. Un fluido ejerce una presión de 600 000 N/m<sup>2</sup> sobre una superficie circular de 0,015 m de diámetro. Hallar la fuerza que ejerce el fluido sobre la superficie (sol: 105,6 N).
6. Un fluido ejerce una presión de 500 000 N/m<sup>2</sup> sobre una superficie. Si la fuerza ejercida por el fluido sobre dicha superficie es de 2000 N. Calcular el valor de la superficie (Sol: 4·10<sup>-3</sup>m<sup>2</sup>).
7. Transformar las siguientes presiones a bares:  

10 000 Pa (sol: 0,1 bar)	0,1 MPa (sol: 1 bar)	10 MPa (sol: 10 bar)
75 000 N/m <sup>2</sup> (sol: 0,75 bar)	10 000 Kp/m <sup>2</sup> (sol: 1 bar)	0,6 MPa (6 bar)
600 000 Pa (sol: 6 bar)	1,4 Kp/cm <sup>2</sup> (sol 1.4 bar)	
8. Un fluido está sometido a una presión relativa de 6 atm. ¿Cuál es la presión absoluta de dicho fluido?(sol: 7 atm)
9. Un fluido tiene una presión absoluta de 600 000 N/m<sup>2</sup>. Calcular la presión manométrica del fluido. (sol: 5 bar)
10. Un pistón cerrado de volumen 30 cm<sup>3</sup> contiene aire, sometido a una presión de 300 000 Pascales ¿Qué volumen tendrá si incrementamos su presión a 500 000 Pascales? ¿Qué tipo de transformación has considerado para solucionar el problema? (sol. 18 cm<sup>3</sup>)
11. Un pistón cerrado de volumen 35 cm<sup>3</sup> contiene aire a una presión de 2 bares. Determinar la presión que alcanzará el gas si disminuimos su volumen hasta los 10 cm<sup>3</sup>. (sol. 7 bares).
12. ¿Cuáles de las siguientes unidades podrían utilizarse para expresar el caudal de un fluido en una tubería?
 

• Pascal	• L/min	• kg/s
• m <sup>3</sup> /s	• g/s	• cm <sup>3</sup> /min
• m/s	• cm <sup>2</sup> /min	
13. ¿Cual es la unidad en el sistema internacional del caudal?
 

• Pascal	• L/min	• kg/s	• m <sup>3</sup> /s
----------	---------	--------	---------------------

14. Expresa los siguientes caudales en  $\text{m}^3/\text{s}$ :
- |   |   |   |
|---|---|---|
| 20 L/s (sol: $0,02 \text{ m}^3/\text{s}$ )                                  | 400 L/min (sol: $6,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ )                | 150 $\text{cm}^3/\text{s}$ (sol: $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ ) |
| 350 $\text{cm}^3/\text{s}$ (sol: $3,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ ) | 200 L/h (sol: $0,55 \text{ m}^3/\text{s}$ )                               | 60 $\text{m}^3/\text{h}$ (sol: $0,016 \text{ m}^3/\text{s}$ )               |
| 5000 L/h (sol: $0,138 \text{ m}^3/\text{s}$ )                               | 500 $\text{cm}^3/\text{s}$ (sol: $5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ ) |   |
15. Calcular el valor de la fuerza desarrollada por una prensa hidráulica donde  $F_1 = 1\text{N}$ ;  $S_1 = 10 \text{ cm}^2$  y  $S_2 = 1 \text{ m}^2$ . (sol: 1000 N).
16. Disponemos de dos pistones de secciones  $S_1 = 20 \text{ mm}^2$  y  $S_2 = 40 \text{ mm}^2$  unidos por una tubería. Si necesitamos levantar un objeto con un peso de 40 N situado sobre el segundo pistón. ¿Cuál será la fuerza a aplicar sobre el primer pistón? (sol: 20 N)
17. En una prensa hidráulica, podemos realizar una fuerza máxima de 50 N. Si la sección de los pistones son de  $50 \text{ cm}^2$  y  $200 \text{ cm}^2$  ¿Cuál es la fuerza máxima que podemos obtener en el segundo pistón? (sol: 200 N).
18. Determina el peso máximo que se podrá levantar con un gato hidráulico si la fuerza sobre el émbolo pequeño es de 80 N, y los diámetros de los émbolos son 1 cm y 22 cm respectivamente. (sol: 38720 N).
19. Calcular el caudal que circula por un tubo de 0,01 m de diámetro si la velocidad del fluido es de 2 m/s. (sol:  $0,01571 \text{ m}^3/\text{s}$ ).
20. Indica cual(es) de estas afirmaciones son ciertas cuando al regar estrangulamos la manguera sin llegarla o obstruir del todo.
- 20.1. La presión disminuye a la salida, dificultando el riego.
  - 20.2. La velocidad de salida del agua será mayor, alcanzando el agua una mayor distancia.
  - 20.3. El caudal será el mismo en toda la tubería de goma, pero menor que si no se estrangulase la manguera.
  - 20.4. El caudal es menor en la zona donde se estrangula la manguera, pero la presión de salida no varía.
  - 20.5. El caudal permanece constante
21. Calcular el trabajo realizado por un fluido que a una presión de 6 bares se expande  $0,001 \text{ m}^3$ . (sol: 600 J)
22. Hallar el trabajo realizado por un fluido que a una presión de  $600000 \text{ N/m}^2$  se expande 50 L. (sol: 30000 J)
23. Hallar la potencia desarrollada por un cilindro que emplea un fluido a una presión de 6 bares que se expande  $0,005 \text{ m}^3$  en 10 segundos. (sol: 300 W)
24. Calcular la potencia desarrollada por un cilindro que emplea un fluido a una presión de 500  $000 \text{ N/m}^2$  bares que se expande  $0,05 \text{ m}^3$  en 10 segundos (sol: 250 W).

## ELEMENTOS DE LOS CIRCUITOS NEUMATICOS

Los elementos de los circuitos neumáticos pueden clasificarse en cuanto a la función que desempeñan en el conjunto:

- ⊛ Elemento **generador** de energía: En el circuito neumático es el compresor, y en el hidráulico, la bomba.
- ⊛ Elemento de **transporte**: son los conductos que unen los elementos del circuito. En los circuitos neumáticos e hidráulicos, son las tuberías y conductos por los que se canaliza el aire o el aceite, respectivamente.
- ⊛ **Actuadores**: son los elementos que transforman la energía recibida en otro tipo de energía, para realizar una acción concreta. En los circuitos neumáticos e hidráulicos, el actuador es el cilindro, cuyo émbolo y vástago se desplazan linealmente.
- ⊛ **Elementos de mando y de control**: Son elementos que abren o cierran el circuito. En el circuito neumático e hidráulico se emplean válvulas, que permiten, dirigen o impiden la circulación del fluido por el circuito.









### RED DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución la conforman el conjunto de conducciones y órganos de conexión (codos, divisores de flujo, T's, racores....) encargados de distribuir el fluido de trabajo entre los distintos elementos del circuito.

Las redes pueden ser:

1. **Abiertas**: que comunican en algún punto con el exterior. El fluido de trabajo, tras pasar por el elemento actuador, se libera al ambiente (Neumática).
2. **Cerradas**: donde el fluido de trabajo circula primero en sentido depósito - actuador, para luego volver al depósito a través del llamado circuito de retorno.

Este es el caso de los circuitos oleo hidráulicos, donde el aceite no se puede verter al ambiente puesto que es contaminante.

SIMBOLOGÍA: Conexiones	
	Conducción general
	Conducción de control o pilotada
	Conducto flexible
	Unión de tuberías
	Cruce de tuberías
	Orificio de evacuación a la atmósfera
	Orificio de evacuación a la atmósfera conectable por rosca
	Silenciador

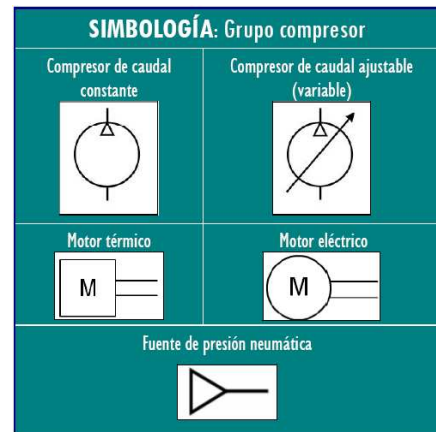
### GRUPO COMPRESOR

Es el conjunto de dispositivos encargados de filtrar y captar el aire del exterior a presión atmosférica, elevando su presión y cediéndolo posteriormente al resto del circuito. Consta de:

1. **Filtro de captación**: impide la entrada de partículas extrañas en el aire del circuito.



2. **Motor:** dispositivo que produce energía mecánica comunicándosela al compresor.
3. **Compresor:** elemento encargado de transformar la energía mecánica o eléctrica del motor en energía de presión; es decir, elevar la presión del fluido de trabajo. Por tanto, el compresor toma aire del exterior, a presión atmosférica, y lo comprime aumentando su presión.



## REFRIGERADORES O INTERCAMBIADORES DE CALOR

Se encargan de refrigerar el aire comprimido mediante una serie de tubos por los que circula el refrigerante o el aire comprimido que intercambia calor con el fluido exterior, provocando el enfriamiento del fluido de trabajo. Al refrigerarse el aire se condensa agua que hay que eliminar a través de la purga.

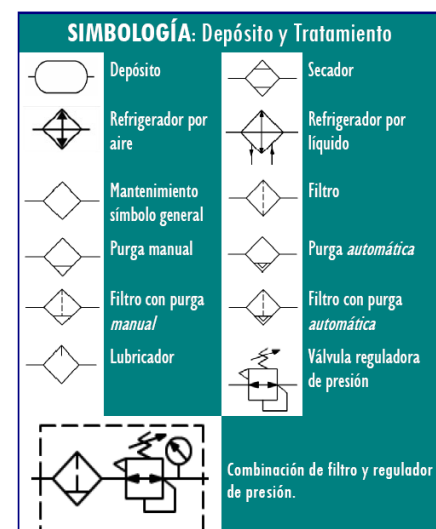
## DEPÓSITO O ACUMULADOR

Es el depósito hermético que recibe el aire a presión almacenándolo hasta que sea requerido su uso. De esta manera el empleo de un depósito evita el funcionamiento continuo del compresor, que sólo se pondrá en funcionamiento al detectarse presiones bajas en el depósito. Normalmente poseen una válvula de cierre, válvulas de seguridad (para evitar sobrepresiones), manómetro (para medir la presión), un termómetro y una purga (para evacuar el agua condensada).

## UNIDAD DE TRATAMIENTO

Dicha unidad la conforman los dispositivos encargados de tratar el aire para minimizar los daños en el resto del circuito. Pueden incluir:

1. **Filtro:** para eliminar partículas de aire procedentes de la atmósfera o de secciones anteriores del circuito.
2. **Deshumidificador:** para eliminar la humedad del aire, protegiendo al resto del circuito de la oxidación y corrosión.
3. **Regulador de presión:** válvula que ajusta la presión de salida al valor adecuado. La presión de trabajo en procesos industriales suele ser de unos 6 bares.
4. **Lubricador:** elemento encargado de mezclar el aire con minúsculas gotas de aceite para Minimizar los

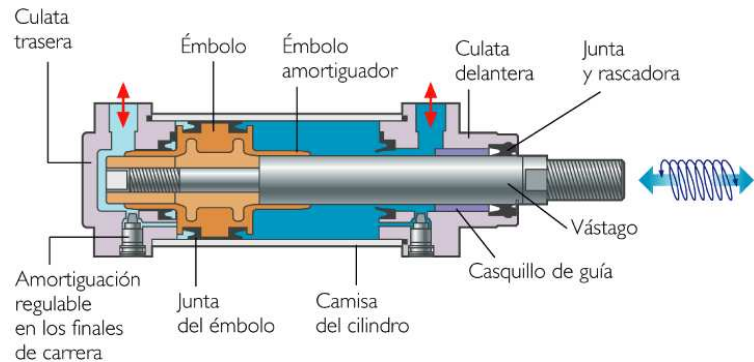


rozamientos de los elementos móviles y el deterioro de piezas, disminuir el calor residual y aumentar el rendimiento.

## ACTUADORES. CILINDROS

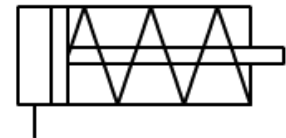
Se da el nombre de actuadores a los dispositivos o elementos encargados de transformar la energía de presión del fluido de trabajo. En neumática distinguimos varios tipos: cilindros, motores neumáticos, pinzas... aunque únicamente estudiaremos los cilindros, por ser los más empleados.

Los **cilindros** se emplean cuando se desea un movimiento rectilíneo alternativo. Pueden utilizarse para desplazar objetos, para mover brazos de robots, etc. Su constitución se aprecia en la figura:



Los diferentes tipos de cilindro se clasifican en dos grandes grupos:

- ❖ **Cilindro de Simple Efecto (S/E):** poseen un único orificio de entrada/salida, realizando el trabajo en un único sentido (en el avance); pudiendo volver a la posición inicial (retroceso) por su propio peso, por una carga, o por la acción de un resorte o muelle.



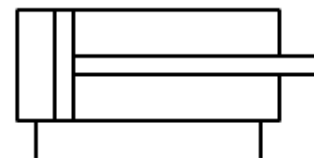
A partir de la fórmula de la presión posemos calcular la fuerza ejercida por el cilindro en su avance (despreciando la resistencia del muelle):

$$F = P \cdot S = P \cdot \pi \cdot r^2 = P \cdot \pi \cdot D^2 / 4$$

P = Presión [N / m<sup>2</sup>]  
S = Sección [m<sup>2</sup>]

F = Fuerza [N]  
r = radio del émbolo [m]

- ❖ **Cilindro de Doble Efecto (D/E):** disponen de dos orificios de entrada/salida, realizando el trabajo en ambos sentidos; es decir, durante el avance y durante el retroceso. El fluido penetra primero en una de las cámaras, moviendo el émbolo a medida que evacua el fluido de la otra cámara. En el retroceso se invierte el proceso.



Durante el avance la fuerza ejercida será la misma que en el caso de un cilindro de S/E:

$$F = P \cdot S = P \cdot \pi \cdot r^2 = P \cdot \pi \cdot D^2 / 4$$

Durante el retroceso la superficie del émbolo sobre la que se ejerce la fuerza es menor que en el avance (parte de la superficie está ocupada por el vástago). Así, la fuerza en el retroceso será:

$$F = P \cdot (S_{av} - S_{ret}) = P \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) / 4$$

P = Presión [N / m<sup>2</sup>]

F = Fuerza [N]

S = Sección [m<sup>2</sup>]

D = diámetro del émbolo [m]

d = diámetro del vástago [m]

## ACTUADORES S/E Y D/E

1. Hallar la fuerza que ejerce un cilindro de simple efecto si la superficie del émbolo es de 19,63 cm<sup>2</sup>, y trabaja a una presión de 6 Kp/cm<sup>2</sup>. (sol: 1136,8 N)
2. Determina cuál debe la presión mínima a la que debemos someter un cilindro de simple efecto para que levante una pieza de 10 Kg de masa. Datos del cilindro: Superficie del émbolo = 2 cm<sup>2</sup>, Superficie del vástago = 0,8 cm<sup>2</sup>. (sol: 490500 Pa o 4,905bar)
3. Calcular la fuerza en Newton que ejerce en el avance y en retroceso un cilindro de doble efecto de 5 cm de diámetro y 0,5 cm de diámetro de vástago, si la presión de trabajo es de 6 Kp/cm<sup>2</sup>. (Sol: F<sub>av</sub>=1136,8 N y F<sub>ret</sub>=1125,2 N).
4. Determina la fuerza que ejerce en el avance y en retroceso un cilindro de doble efecto de 5 cm de diámetro y 2 cm de diámetro de vástago, si la presión de trabajo es de 3,92 bares. (Sol: F<sub>av</sub>=1768,32 N y F<sub>ret</sub>=642,88 N).
5. Un cilindro de doble efecto, de 10 cm de carrera, cuyo émbolo y vástago tienen 2 cm y 0,5 cm de diámetro, respectivamente, se conecta a una red de aire a presión de 7 Kp/cm<sup>2</sup>. Calcula las fuerzas ejercidas por el vástago en la carrera de avance y en la de retroceso. (Sol: F<sub>av</sub>=215,4N y F<sub>ret</sub>=601,68 N).

## VÁLVULAS

Son dispositivos que constan de un cuerpo rígido con orificios a través de los cuales fluye el fluido (vías) y un conjunto de elementos móviles sobre los que actuamos para cambiar su posición; y que permiten distribuir, mandar, regular, controlar y bloquear el flujo del fluido de trabajo. Suelen clasificarse según su función en dos grandes grupos: válvulas distribuidoras y de pilotaje, y válvulas reguladoras, de control y bloqueo.

### Válvulas distribuidoras y de mando o pilotaje

Actúan sobre el arranque, parada, sentido y dirección del flujo del aire. Se denominan válvulas distribuidoras a las que actúan directamente sobre el funcionamiento de los cilindros y de mando o pilotaje a las que gobiernan a los anteriores

Las principales características de este tipo de válvulas son:

1. El número de posiciones.
2. El número de vías (número de orificios).
3. Tipo de accionamiento.

Las válvulas se nombran y representan según su constitución, de modo que en primer lugar se indica el nº de vías (orificios de entrada o salida) y a continuación el nº de posiciones. Así, por ejemplo:

Válvula de 2 vías y 2 posiciones → Válvula 2/2

Válvula de 3 vías y 2 posiciones → Válvula 3/2

A continuación se nombrará el tipo de accionamiento del avance de la válvula, y por último el tipo de accionamiento del retroceso. Para que una válvula cambie de posición, tiene que ser accionada de alguna manera. Existen múltiples tipos de pilotaje, clasificándose en función de la forma en que se ejerce la fuerza sobre las válvulas.

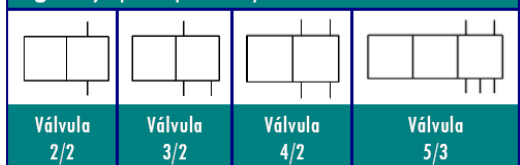
1. **Pilotaje manual:** Las válvulas cambian de posición a voluntad del operario presionando un pulsador, una palanca, un pedal.....
2. **Pilotaje mecánico:** las válvulas cambian de posición al ser accionadas por un mecanismo en movimiento. Los mecanismos más habituales son un resorte o muelle, rodillo o leva, rodillo abatible, palpador...
3. **Pilotaje neumático:** Las válvulas cambian de posición por el aumento o descenso de la presión del aire (pilotadas por otras válvulas)
4. **Pilotaje eléctrico:** donde el cambio de posición es pilotado por la acción de un electroimán.

Simbología de las válvulas distribuidoras y de pilotaje

Para representar las válvulas distribuidoras y de mando seguiremos los siguientes pasos:

a) **Indicar el número de posiciones** mediante un rectángulo dividido en tantos cuadrados como estados de trabajo (llamados posiciones) tenga la válvula.

**Fig 15:** Ejemplos de posiciones y vías de las válvulas distribuidoras



b) **Indicar el nº de vías y tipo:** Las vías se

representan con unos pequeños trazos en el exterior de los cuadrados.

c) **Indicar la dirección, sentido del flujo, cierres y uniones en cada casilla** (posición):

Para cada posición (en cada cuadrado) habrá que marcar la dirección, sentido de flujo, el cierre y la unión de los conductos.

Tabla: Identificación de las vías de las válvulas	NÚMEROS (ISO)	LETRAS (CETOP)
CONEXIÓN A PRESIÓN	1	P
ORIFICIOS FLUIDO DE TRABAJO	2,4,6...	A,B,C...
ORIFICIOS DE SALIDA (ESCAPES Y RETORNOS)	3,5,7...	R,S,T...
DESCARGA	L	
CONEXIONES DE MANDO	10,12,14...	X,Y,Z....

d) **Identificar las vías:** Las vías se identifican, únicamente en una de las posiciones, recurriendo a la codificación con letras de la norma CETOP (Comité Europeo de Transmisiones Oleohidráulicas y Neumáticas), o con un número de la norma ISO (International Standardization Organization).

e) **Señalizar el modo de pilotaje:** a los símbolos de las válvulas habrá que incorporar los símbolos de los elementos de mando o pilotaje. A la izquierda del rectángulo se colocará un símbolo que representa el sistema de accionamiento de la válvula; mientras que a la derecha se representará el símbolo del pilotaje del retorno.

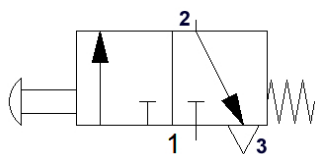
<b>SIMBOLOGÍA:</b> dirección, cierres y uniones de las válvulas	
	Las flechas indican la dirección y sentido del flujo del fluido de trabajo.
	El trazo transversal indica que en esa posición la vía está cerrada (no se permite el paso del aire).
	El punto relleno, indica que las canalizaciones están unidas.
	El triángulo indica la situación de un escape de aire a la atmósfera.
	El escape de aire se encuentra con un orificio roscado, que permite acoplar, por ejemplo un silenciador.

<b>SIMBOLOGÍA: Elementos de pilotaje</b>		
	Manual general (M)	
	Botón, pulsador o seta (M)	
	Botón o seta extraíble (M)	
	Con bloqueo (M)	
	Por pedal (M)	
	Palanca (M)	
	Palpador (Me)	
	Resorte o muelle (Me)	
	Leva o rodillo (Me)	
	Rodillo	
	Electroválvula (E)	
	Pilotaje neumático (N)	
M- Pilotaje manual N- Pilotaje Neumático		Me- Pilotaje Mecánico E- Pilotaje Eléctrico

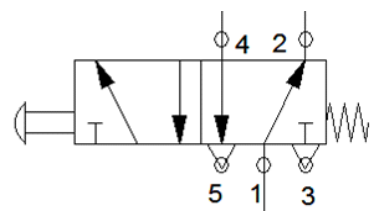
<b>Fig 16: Ejemplos de válvulas distribuidoras y de pilotaje</b>	
	Válvula 2/2 en posición normalmente cerrada
	Válvula 2/2 en posición normalmente abierta
	Válvula 3/2 en posición normalmente cerrada
	Válvula 3/3 en posición neutra normalmente cerrada.
	Válvula 4/2
	Válvula 5/3 en posición normalmente cerrada

Entre todas las combinaciones de posiciones, vías, etc., las válvulas más utilizadas serán estas dos:

a) válvula 3/2

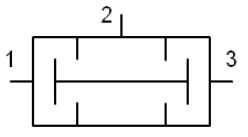
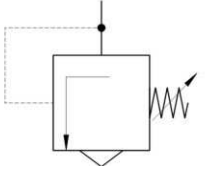


b) válvula 5/3



### Válvulas reguladoras, de control y bloqueo

Son aquellas válvulas que actúan sobre la velocidad, presión y caudal del fluido. Las más importantes son:

1. **Válvula antirretorno:** permite el paso de aire en un sentido, y lo impide en el otro. 
2. **Válvula selectora** de circuito u OR: realiza la función lógica OR (“O”).  
Las válvulas selectoras se emplean, en circuitos donde se desea controlar un cilindro desde dos posiciones diferentes; como por ejemplo cerrar una puerta de un garaje desde dentro y desde fuera del garaje. 
3. **Válvula de simultaneidad** o AND: Se trata de una válvula que implementa la función AND (“Y”). Se utiliza para hacer circuitos de seguridad, el cilindro sólo se activará cuando existe presión en las dos entradas. Por ejemplo ciertas prensas únicamente funcionan cuando el operario presiona dos pulsadores a la vez (de esta manera el operario, al tener las dos manos ocupadas, no expondrá ninguna de ellas al peligro que la maquinaria pueda suponer). 
4. **Válvula reguladora de caudal** o de estrangulamiento: permite regular el caudal de aire que circula a su través en un sentido (unidireccional) o en los dos. Se utiliza para hacer que los cilindros salgan o entren más lentamente. 
5. **Válvula de escape rápido:** Colocadas entre el elemento de trabajo y el de mando, permiten el accionamiento de los actuadores a la máxima velocidad posible al acercar el punto de escape del aire comprimido. 
6. **Válvula reguladora de presión:** Sirve para controlar la presión de trabajo. Se emplean para la regulación de fuerzas de un cilindro y en todos los lugares donde se requiera una presión constante para realizar un trabajo seguro y confiable. 
7. **Válvula temporizadora:** Sirve para producir un retardo en el funcionamiento de una parte del ciclo neumático. Las válvulas temporizadoras están constituidas por una válvula 3/2, un regulador unidireccional de caudal y un depósito. En función del tipo de 3/2 utilizado, los temporizadores pueden ser normalmente cerrados (como el de la figura) o normalmente abiertos; los primeros se utilizan para producir retardos y los segundos para evitar enclavamientos. 

## NEUMÁTICA VS OLEOHIDRÁULICA

Los sistemas hidráulicos, a diferencia de los circuitos neumáticos, no emplean aire, sino un líquido. Éste apenas se comprime al ser sometido a presiones elevadas permitiendo intensificar la fuerza. Normalmente, se emplea un aceite mineral como fluido de trabajo, de ahí que los circuitos también se conozcan como circuitos oleohidráulicos.

Algunas de las **ventajas** de la oleohidráulica con respecto a la neumática son:

1. Permiten trabajar con elevados niveles de fuerza.
2. Mayor exactitud del movimiento que en Neumática, pudiendo ser del orden de micrómetros.
3. Al trabajar a menores velocidades son más silenciosos.
4. Instalaciones más pequeñas y compactas (para evitar las pérdidas de carga)
5. Pueden realizarse cambios rápidos de sentido.
6. El aceite empleado en el sistema es fácilmente recuperable.
7. Menor consumo energético.

En general, podemos afirmar que la hidráulica se usa allí donde se requiere grandes esfuerzos o paradas en medio del avance; como por ejemplo en elevación de camiones, grúas y elevadores hidráulicos, alerones de frenado de los aviones (flaps)....

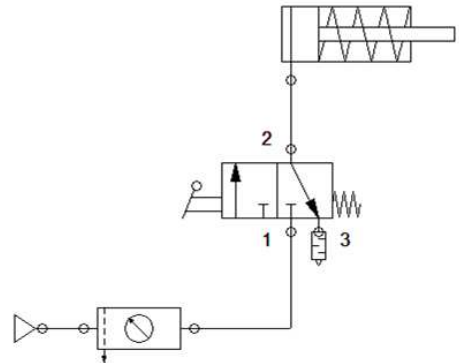
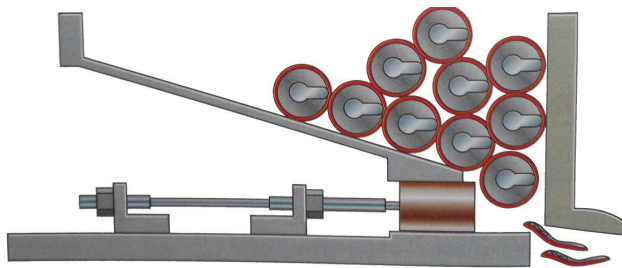
Evidentemente, el sistema también presenta **desventajas**:

1. Los elementos de los circuitos deben ser más robustos y resistentes (más caros), ya que se trabaja a mayores presiones.
2. Se producen más pérdidas de carga, es decir pérdida de energía a medida que el fluido circula por la tubería, debido a la mayor viscosidad del fluido (por eso los circuitos han de ser de menores dimensiones, y la velocidad de trabajo es menor).
3. Fluido más caro y sensible a la contaminación.
4. Mantenimiento más complejo y especializado.
5. El fluido es un contaminante, por lo que una vez cumple su función en el actuador, debe volver a un depósito, lo que permite su reutilización y evita la contaminación.
6. El sobrecalentamiento del aceite puede originar incendios o fugas (contaminación).
7. En Neumática normalmente existe una unidad de producción para toda una planta; mientras que en oleohidráulica lo normal es una unidad por máquina.

## EJEMPLOS CIRCUITOS NEUMÁTICOS

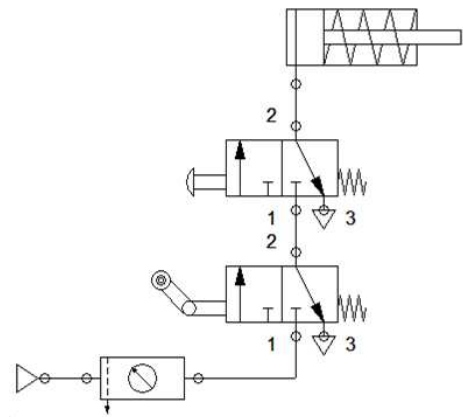
### MANDO DIRECTO DE UN CILINDRO DE S/E

Se muestra una imagen de una máquina empleada para reducir el volumen de las latas de refresco para facilitar su reciclaje. Cada vez que se acciona la palanca, el vástago del cilindro avanza y aplasta una lata. Después recupera la posición original mediante la acción del resorte de la válvula 3/2.



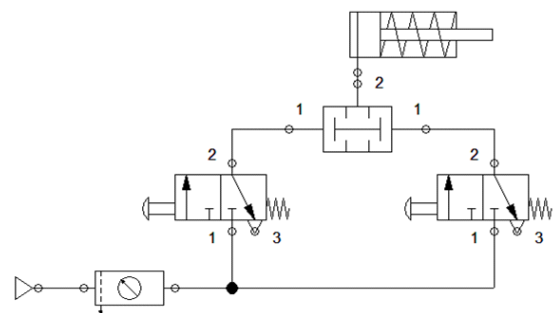
### MANDO CONDICIONAL DE UN CILINDRO DE S/E (en serie)

Una estampadora es una máquina que aprovecha la deformación plástica del material para crear mediante un golpe de estampa una determinada forma; por ejemplo la acuñación de monedas. Utilizamos un cilindro de simple efecto que portará la estampa. La estampadora, será accionada por un operador mediante un pulsador de seta, de forma que sólo estará operativo cuando una mampara de metacrilato se cierre (detector implementado mediante el detector de pieza escamoteable) e impidiendo que el brazo del operario acceda por accidente a la herramienta.



### MANDO CONDICIONAL DE UN CILINDRO DE S/E (válvula de simultaneidad)

En muchas operaciones de taladrado, la bajada del taladro es realizada neumáticamente. La taladradora ha de manipularse con sumo cuidado para evitar que el operario introduzca las manos en el camino de la broca. Muchas de estas máquinas disponen de sistemas de seguridad, de modo que el cilindro únicamente funcione al

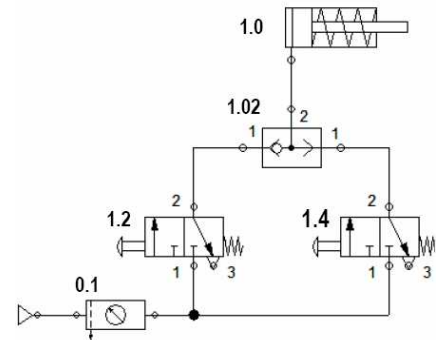




pulsar al mismo tiempo dos pulsadores separados. De esa manera si se suelta un pulsador, el cilindro detiene su avance. Así se obliga al operario a utilizar ambas manos.

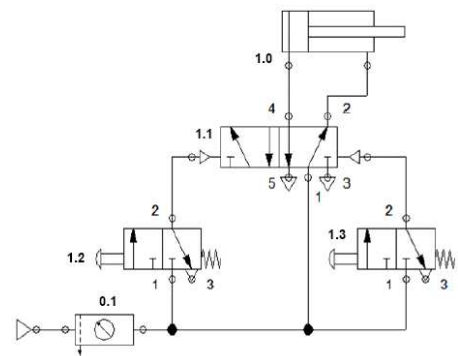
### MANDO DE UN CILINDRO DE S/E DESDE DOS POSICIONES (válvula selectora)

En ocasiones, el avance de un cilindro debe poder ser controlado desde dos posiciones diferentes. Pensar por ejemplo en una máquina de etiquetado, donde dicha operación, realizada con una máquina neumática, se pueda realizar a ambos lados de la línea de producción.



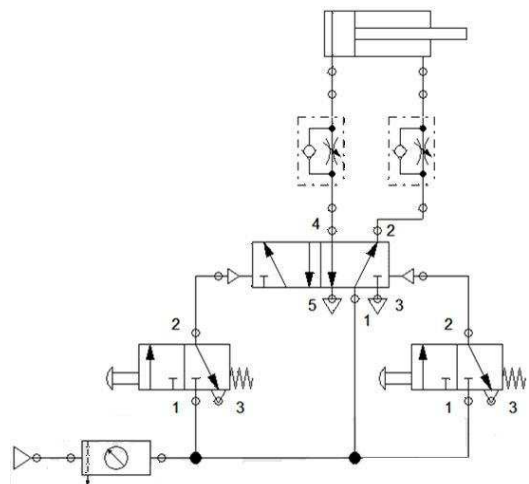
### CONTROL INDIRECTO DE UN CILINDRO DE DOBLE EFECTO (D/E)

Vamos a diseñar el circuito neumático para la apertura y cierre de una puerta de un autobús. En este caso, es necesario que el cilindro genere fuerza tanto en el avance como en el retroceso del vástago. Por tanto, necesitaremos utilizar un cilindro de doble efecto (1.0). En este ejemplo utilizamos una válvula 5/2 (1.1) para el gobierno del cilindro. La apertura y cierre de la puerta se realizará desde dos pulsadores diferentes, uno de apertura (1.2) y otro de cierre (1.3).



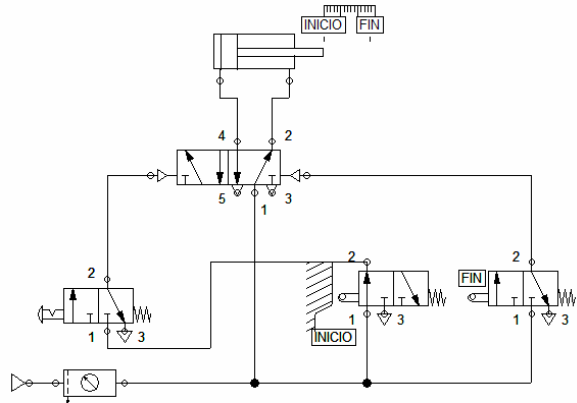
### CONTROL DE LA VELOCIDAD DE UN CILINDRO D/E. VÁLVULA REGULADORA DE FLUJO

En el circuito anterior se presentaba cierto problema: el vástago del cilindro avanza y retrocede demasiado rápido. Por tanto, el siguiente paso consiste en regular la velocidad del émbolo. Esto puede conseguirse con una válvula reguladora de flujo que, como hemos visto, permite controlar el paso de aire en un sentido, mientras que en el contrario circula libremente. Como se quiere regular la velocidad tanto del avance como del retroceso del cilindro (apertura y cierre de puertas) emplearemos dos de estas válvulas (1.02 y 1.01).



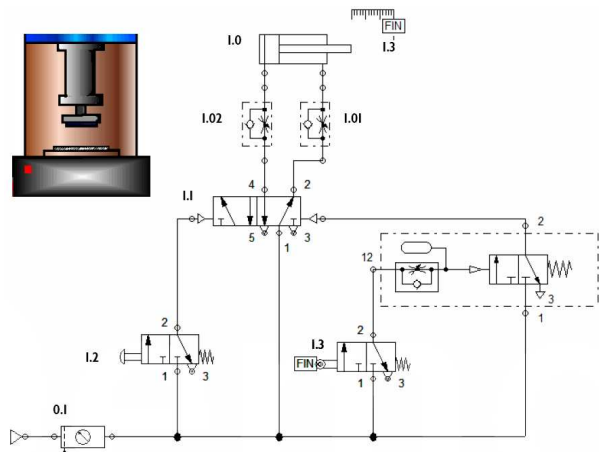
## DETECCIÓN DEL AVANCE DEL CILINDRO. FINALES DE CARRERA

Un martillo neumático puede atacar un suelo con velocidades de más de 2000 golpes por minuto. Apretando un pulsador con bloqueo se da entrada al aire, el cual llena la cámara del cilindro, proyectando el pistón contra la herramienta cortante, que golpea el hormigón. Entretanto la válvula de retorno del aire varía su posición de manera que el aire pase a través del conducto de retorno, forzando al émbolo a volver a su posición inicial. El movimiento de avance y retroceso del pistón se repite hasta que volvamos a apretar el botón con bloqueo. Para que el avance y el retroceso del émbolo del cilindro se repita, es necesario que el sistema detecte cuando el pistón alcanza las posiciones de inicio y final de carrera.



## EMPLEO DE LA VÁLVULA TEMPORIZADORA

Vamos a diseñar el circuito de una troqueladora de un taller de estampación, basado en un circuito visto con anterioridad. En este caso, el troquel permanecerá ejerciendo presión un determinado tiempo, y después se levantará automáticamente. Para ello el circuito dispondrá de una válvula temporizadora (válvula deceleradora) formada por una válvula 3/2, un regulador de flujo y un depósito de aire.



## EJERCICIOS

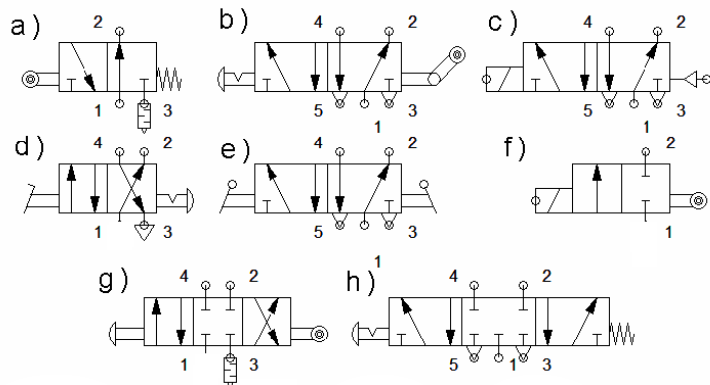
1. Ordena correctamente los elementos de un circuito neumático:

- Grupo compresor ● Unidad de tratamiento ● Actuador ● Válvulas ● Depósito

2. Relaciona cada elemento del circuito neumático con su función:

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| (a) Grupo compresor       | 1. Almacena el aire a presión hasta que sea requerido su uso   |
| (b) Actuador              | 2. Se encarga de filtrar y captar el aire del exterior (a presión atmosférica), elevar su presión y cederlo al resto del circuito posteriormente al resto del circuito.      |
| (c) Unidad de tratamiento | 3. Dispositivos encargados de transformar la energía de presión del fluido de trabajo  |
| (d) Válvulas              | 4. Formada por los dispositivos encargados de tratar el aire para minimizar los daños en el resto del circuito (filtro, deshumidificador, regulador de presión y lubricador) |
| (e) Depósito              | 5. Dispositivos sobre los que actuamos para cambiar su posición; y que permiten distribuir, mandar, regular, controlar y bloquear el flujo del fluido de trabajo.            |

3. Nombra correctamente las siguientes válvulas:



4. Dibuja las siguientes válvulas e indica su posición (abierta o cerrada) según la hayas dibujado.

Emplea la numeración ISO para identificar las vías.

- 4.1. Válvula distribuidora 2/2 de accionamiento por pulsador y retorno por muelle.
- 4.2. Válvula distribuidora 3/2 de accionamiento por palanca y retorno por muelle con escape directo a la atmósfera.
- 4.3. Válvula distribuidora 4/2 de accionamiento por rodillo y retorno por palpador, con escape roscado.
- 4.4. Válvula distribuidora 5/3 de accionamiento por pulsador con bloqueo y retorno por muelle con escapes con silenciador.

5. Rellena los espacios punteados con una de las siguientes palabras (puede haberlas repetidas) para que la frase tenga sentido: compresor, aire comprimido, posición, presión, a presión, actuadores, energía, oleohidráulica, trabajo, neumática, válvula, aceite mineral, bomba, flujo.

- 5.1. La \_\_\_\_\_ y la hidráulica son aquellas tecnologías destinadas a aprovechar las capacidades energéticas de los fluidos \_\_\_\_\_ para obtener un \_\_\_\_\_.
- 5.2. Como fluido de trabajo la neumática emplea \_\_\_\_\_; mientras que la hidráulica, habitualmente llamada \_\_\_\_\_, utiliza \_\_\_\_\_.
- 5.3. En los circuitos neumáticos, el \_\_\_\_\_ es el encargado de elevar la \_\_\_\_\_ del fluido de trabajo. Mientras, en los circuitos hidráulicos, el dispositivo que proporciona la \_\_\_\_\_ al fluido de trabajo se denomina \_\_\_\_\_.
- 5.4. Las \_\_\_\_\_ son los dispositivos sobre los que actuamos para cambiar su \_\_\_\_\_, y que permiten distribuir, mandar, bloquear, regular y controlar el \_\_\_\_\_ del fluido de trabajo.
- 5.5. Los \_\_\_\_\_ son los dispositivos o elementos encargados de aprovechar la \_\_\_\_\_ de presión del fluido de trabajo, transformándola en \_\_\_\_\_.
6. Relaciona cada tipo de válvula con su aplicación principal:
- |                          |  |
|--------------------------|--|
| ⌚ Simultaneidad          | <input type="checkbox"/> Para controlar un cilindro desde dos posiciones diferentes  |
| ⌚ Selectora de circuito  | <input type="checkbox"/> En un circuito de seguridad, donde el cilindro sólo se activará cuando exista presión en las dos entradas |
| ⌚ Reguladora de presión. | <input type="checkbox"/> Para regular la velocidad de avance o retroceso de un cilindro.   |
| ⌚ Antirretorno           | <input type="checkbox"/> Para controlar la fuerza del cilindro.  |
| ⌚ Estrangulamiento       | <input type="checkbox"/> Para permitir el paso de aire en un sentido, impidiéndolo en el otro.                                     |
7. En las siguientes frases aparecen una serie de palabras entre paréntesis. Tacha la palabra adecuada para que la frase sea correcta:
- 7.1. Según el Principio de (Arquímedes/Pascal), al aplicar una (fuerza/presión) a un fluido contenido en un recipiente cerrado, la (fuerza/presión) se transmite por igual en todos los puntos de trabajo, con independencia de la forma del recipiente.
- 7.2. Este es el principio de funcionamiento de la prensa hidráulica, donde podemos obtener en un pistón una (fuerza/presión) más grande a partir de una (fuerza/presión) más pequeña; siempre y cuando la (longitud/superficie) del pistón donde se realice la fuerza sea (mayor/menor) que la del primero.
- 7.3. En un cilindro de (simple/doble) efecto se puede obtener trabajo útil en un único sentido del movimiento del vástago.
- 7.4. En un cilindro de (simple/doble) efecto se puede obtener trabajo útil en ambos sentidos del movimiento del vástago.

## RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS DE SÍNTESIS

En todo esquema neumático podemos diferenciar una serie de zonas cuya distribución se corresponde con la figura de la derecha: **Trabajo** (actuadores)

### Complementos

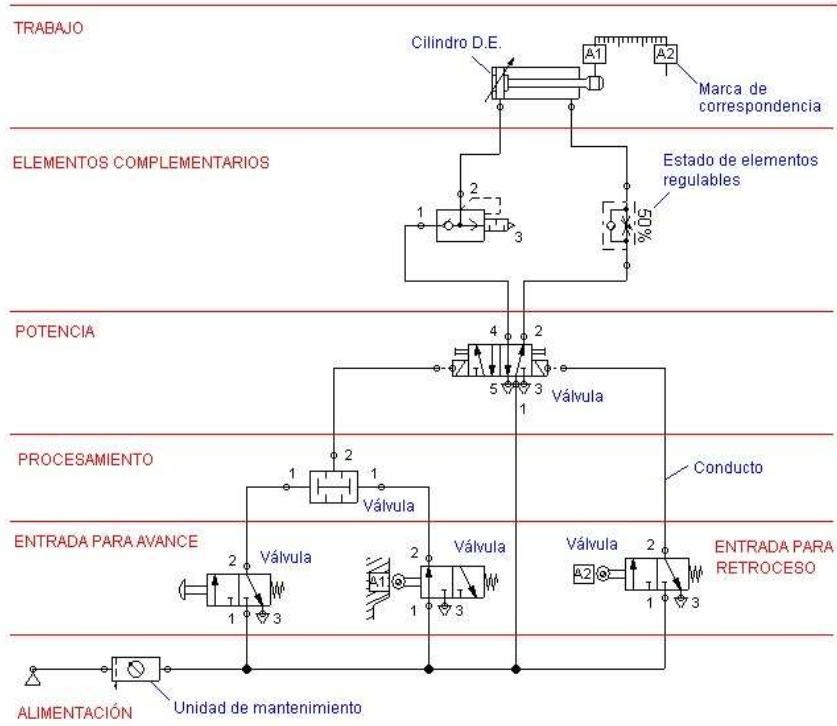
(regulación de velocidad)

**Potencia** (válvulas de distribución: 5/2 con un cilindro D/E y 3/2 con los de S/E)

**Procesamiento:** se encargan de suministrar la “lógica” de las señales de avance y retroceso de los cilindros.

**Avance / Retroceso:** Gobiernan el movimiento de los actuadores.

**Alimentación:** Sin ella nada es posible.

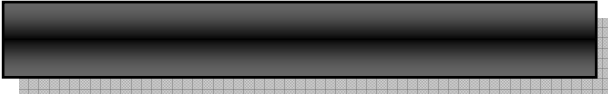


## CONTROLES DE VELOCIDAD DE SALIDA Y ENTRADA DE LOS CILINDROS

La regulación de velocidad en los esquemas neumáticos se realiza en la zona de los elementos complementarios.

Los controles de la velocidad de entrada y salida de los vástagos de los cilindros se implementan mediante **válvulas de regulación de caudal unidireccionales** que se colocan sobre la vía del cilindro que se encuentra a **escape**, es decir, para regular la velocidad de salida de un émbolo habremos de actuar sobre el escape situado a la derecha del actuador y a la inversa.

Con las mismas condiciones anteriores en cuanto a la posición de la válvula, si lo que se pretende es que el vástago se mueva a la máxima velocidad posible lo que colocaremos será una **válvula de escape rápido**.



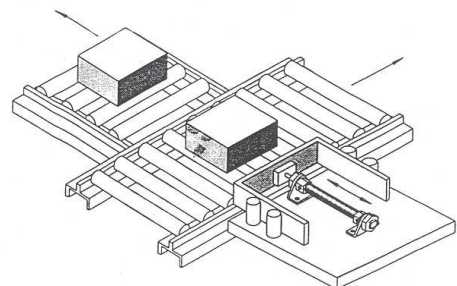
1. **Accionamiento directo de un cilindro de simple efecto.** Un cilindro de simple efecto con un diámetro de 25 mm deberá sujetar una pieza al accionarse un pulsador. Mientras que esté activado el pulsador, el cilindro deberá continuar sujetando la pieza. Al soltar el pulsador, deberá abrir la unidad de sujeción.
2. **Activación directa de un cilindro de doble efecto.** Al actuar sobre un pulsador deberá avanzar un cilindro de doble efecto y, al dejar de actuar sobre dicho pulsador, el cilindro deberá retroceder.
3. **Accionamiento indirecto de un cilindro de simple efecto.** Un cilindro de simple efecto deberá avanzar por efecto de una válvula provista de un pulsador de accionamiento por presión. Una vez que se suelte el pulsador, el cilindro deberá retroceder.
4. **Accionamiento indirecto de un cilindro de doble efecto.** Un cilindro de doble efecto deberá avanzar al oprimir un pulsador y deberá retroceder cuando se suelte dicho pulsador. El cilindro tiene un diámetro de 25 mm y, en consecuencia, necesita de una elevada cantidad de aire.
5. **Válvula de simultaneidad.** El vástago de un cilindro de doble efecto deberá avanzar al oprimirse simultáneamente los pulsadores de dos válvulas 3/2. El cilindro deberá retroceder a su posición si se suelta uno de los dos pulsadores.
6. Un dispositivo de entrega recoge piezas de una cinta transportadora. El cilindro avanza si hay pieza<sup>1</sup> y si el operador oprime el pulsador de una válvula. Cuando el operador suelta el pulsador, el cilindro A vuelve a su posición normal.
7. **Válvula selectora.** El vástago de un cilindro de doble efecto deberá avanzar si es oprimido por al menos uno de los dos pulsadores. Al soltar los dos pulsadores, el cilindro deberá retroceder.
8. El vástago de un cilindro avanza hasta la posición de final de carrera al oprimir un pulsador o actuar sobre un pedal. Una vez alcanzada la posición, el cilindro retrocede cuando un detector de posición da la señal de que el vástago del cilindro ha llegado al final de carrera.
9. **Retención de señal y regulación de velocidad de un cilindro.** El vástago de un cilindro de doble efecto deberá avanzar al oprimir un pulsador. El cilindro deberá mantener su posición hasta que se oprima un segundo pulsador. La velocidad del cilindro deberá ser regulable en ambas direcciones.
10. **Retención de señal y regulación de velocidad.** Para retirar piezas de un cargador, el vástago de un cilindro de doble efecto deberá avanzar hasta la posición de final de carrera al oprimir un pulsador y, a continuación, retroceder automáticamente a su posición normal.  
La posición de final de carrera es detectada por una válvula de accionamiento por rodillo.

---

<sup>1</sup> Implementaremos los detectores de pieza o detectores de posición mediante válvulas 3/2 normalmente abiertas, accionadas mediante rodillo y con retroceso por muelle.

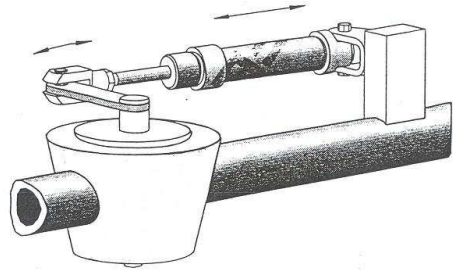
El cilindro deberá seguir avanzando aunque se suelte el pulsador. La velocidad del cilindro deberá poder regularse en ambas direcciones.

11. **Válvula de escape rápido.** Oprimiendo simultáneamente los dos pulsadores de las correspondientes válvulas, avanza una herramienta para doblar piezas planas. Dicha herramienta es accionada por un cilindro de doble efecto. Una válvula de escape rápido procura el aumento de la velocidad de avance. La velocidad de retroceso deberá ser regulable. Al soltar uno de los dos pulsadores, la herramienta deberá volver a su posición normal.
12. **Válvula reguladora de presión.** Estampado de una pieza mediante una prensa que funciona con un cilindro de doble efecto. La prensa deberá avanzar al oprimir un pulsador de estampar la pieza. Una vez alcanzado el nivel de presión previamente ajustado, el cilindro deberá retroceder automáticamente. La presión máxima deberá ser regulable.
13. **Válvula temporizadora.** Uso de un cilindro de doble efecto para prensado y unión de dos piezas con pegamento. El vástago del cilindro de la prensa avanza al oprimir un pulsador. Una vez alcanzada la posición de mecanizado, deberá mantenerse la fuerza de prensado durante unos 6 segundos. Al término de este tiempo, el vástago deberá retroceder automáticamente a su posición normal. La velocidad del movimiento de retroceso deberá ser alta, aunque regulable. El vástago sólo deberá poder avanzar nuevamente si se encuentra en su posición normal.
14. **Imposibilidad de enclavamiento.** Uso de un cilindro de doble efecto para prensado y unión de dos piezas con pegamento. El vástago del cilindro de la prensa avanza lentamente al oprimir un pulsador. Una vez alcanzada la posición de trabajo, deberá mantenerse la fuerza de prensado durante unos 12 segundos. Al término de este tiempo, el vástago deberá retroceder automáticamente a su posición normal. La máquina solo podrá ponerse en funcionamiento nuevamente si el vástago se encuentra en su posición normal. El inicio de un nuevo ciclo de trabajo deberá estar bloqueado durante 5 segundos. Ese es el tiempo necesario para retirar la pieza mecanizada e introducir una nueva pieza. La velocidad de la operación de retroceso deberá ser alta, aunque regulable.
15. Por medio de un dispositivo de cizalla, se van a cortar unas hojas de papel a medida. Como la cantidad de papel a cortar es variable, se debe poder regular la velocidad de salida del vástago (bajada de la guillotina). El circuito ha de tener dos pulsadores independientes desde los que se pueda iniciar el ciclo de trabajo.
16. Por medio de un dispositivo clasificador, deben transferirse unas piezas desde un camino de rodillos a otro. Accionando un pedal, el vástago de un cilindro de simple efecto empujará a una pieza de un camino a otro. Al soltar el pulsador, el

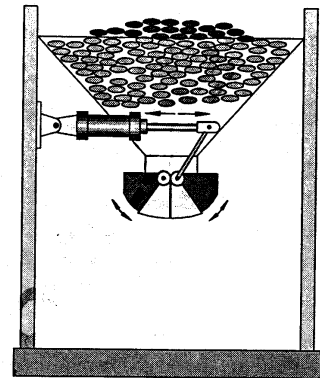


vástago ha de retroceder a su posición inicial. Diseñar el circuito neumático correspondiente.

17. En una planta industrial, se emplea un cilindro de doble efecto para controlar la apertura y cierre de un grifo dosificador de una tubería. El grifo se abrirá cuando se presione un pulsador y se cerrará el grifo cuando se deje de pulsar. Se tiene que poder regular la velocidad de apertura. Diseñar el circuito neumático correspondiente.



18. Tenemos una tolva para descargar material a granel. El sistema tiene un cilindro de doble efecto que abre y cierra las compuertas. Queremos que la apertura y el cierre de la tajadera se pueda regular a nuestra voluntad y según nuestras necesidades. Hacer el circuito de modo que la tajadera se abra pulsando uno cualquiera de dos pulsadores y se cierre pulsando otro distinto.



19. Una máquina de moldeo por compresión se utiliza para la obtención de materiales plásticos de diferentes formas. Diseñar un circuito hidráulico, en el que la máquina de moldeo se accione al pulsar botones al mismo tiempo (para evitar que el operario pueda introducir la mano involuntariamente en la máquina).
20. Control de un cilindro de doble efecto mediante una válvula distribuidora con doble piloto automático. Condiciones:
- A+ : Dos pulsadores simultáneos o una palanca neumática.
  - A- : Automático (al llegar al final del recorrido).
  - Velocidad de salida regulable y máxima velocidad de retroceso.
21. Control de un cilindro de doble efecto mediante una válvula distribuidora con doble piloto automático. Condiciones:
- A+ : Un pulsador.
  - A- : Automático (al llegar al final del recorrido).
  - Temporización 20 s. del movimiento de regreso del émbolo una vez "pisado" el final de carrera correspondiente.
22. Control de un cilindro de doble efecto mediante una válvula distribuidora con doble piloto automático. Condiciones:
- A+ : Un pulsador y una palanca neumática.
  - A- : Automático (al llegar al final del recorrido).
  - Imposibilidad de enclavamiento: Al activar el pulsador P hacemos el movimiento A+ y al tocar en el final de carrera a<sub>1</sub>, el cilindro hace A- con la condición de que si el pulsador P ha permanecido pulsado, el ciclo no se repite.

23. Control de un cilindro de doble efecto mediante una válvula distribuidora con doble piloto



automático. Condiciones:

- a) A+ : Dos pulsadores neumáticos.
- b) A- : Automático (al llegar al final del recorrido).
- c) El cilindro realizará el movimiento de salida (A+) siempre que utilicemos los pulsadores con un margen de tiempo inferior a 2 s. y evitando la posibilidad de tener enclavado cualquiera de ellos.

24. Realización del esquema de un circuito neumático para la activación de un cilindro de simple efecto que cumpla las siguientes condiciones:

- a) El inicio del ciclo se realizará con la activación simultánea de dos pulsadores o un pedal neumático.
- b) Es necesario que el émbolo del cilindro esté recogido para que pueda comenzar el ciclo.
- c) Es necesaria la presencia de pieza para el funcionamiento del ciclo.
- d) Ha de transcurrir un tiempo de 20 s. entre la orden de activación y la salida del émbolo del cilindro.
- e) El regreso del cilindro se realizará automáticamente al tocar en el final de carrera correspondiente.
- f) Ha de disponer de un pulsador de emergencia con enclavamiento que, al ser accionado, provocará el regreso automático del émbolo del cilindro.

25. Realización del esquema de un circuito neumático para la activación de un cilindro de simple efecto que cumpla las siguientes condiciones:

- a) El inicio del ciclo se realizará con la activación independiente de un pulsador, una palanca o un pedal neumático
- b) Es necesario que el émbolo del cilindro esté recogido para que pueda comenzar el ciclo.
- c) Es necesaria la presencia de pieza para el funcionamiento del ciclo.
- d) Ha de transcurrir un tiempo de 27 s. entre la orden de activación y la salida del émbolo del cilindro.
- e) El regreso del cilindro se realizará automáticamente al tocar en el final de carrera correspondiente.
- f) Ha de disponer de un pulsador de emergencia con enclavamiento que, al ser accionado, provocará el regreso automático del émbolo del cilindro.

26. Se desea controlar el movimiento de un **cilindro de doble efecto** (A) de acuerdo con las siguientes condiciones:

- a) A +: Pulsador o palanca neumática.
- b) A -: Ha de producirse 5 s. después de tocar el final de carrera correspondiente.
- c) Es necesario que el émbolo del cilindro esté recogido para que pueda comenzar el ciclo.
- d) El movimiento de regreso ha de producirse a la máxima velocidad.
- e) El sistema ha de ir provisto de un pulsador de emergencia.

27. Se desea controlar el movimiento de un **cilindro de simple efecto** (B) de acuerdo con las siguientes condiciones:

- a) Los movimientos de entrada y salida del vástago del cilindro están condicionados a la detección de la posición del vástago por parte de los finales de carrera correspondiente,  $b_0$  y  $b_1$ .

- b) El movimiento de salida, B+, se realizará al pisar un pedal. Debe existir, además, la posibilidad de realizar el ciclo de manera continua.
- c) El regreso del vástago, B-, se realizará cuando, una vez alcanzado el final de carrera correspondiente, se ejerza sobre una pieza una presión de 3 atm.
- d) La velocidad de salida del émbolo ha de ser regulable.

28. Un **cilindro de doble efecto**; C, se encuentra inicialmente con el **vástago extendido**. Su ciclo de trabajo tiene las siguientes condiciones:

- a) Los movimientos de entrada y salida del vástago del cilindro están condicionados a la detección de la posición del vástago por parte de los finales de carrera correspondiente,  $c_0$  y  $c_1$ .
- b) C- se realizará mediante la activación de un pedal o una palanca, debiendo asegurarse la imposibilidad de enclavamiento de cualquier de los dos dispositivos.
- c) C+ necesita de la activación de un pulsador.
- d) Velocidad de regreso del émbolo, C-, regulable.

## RESOLUCIÓN CICLOS NEUMÁTICOS

Consideraremos un ciclo neumático cuando el desarrollo del proceso implique la intervención de dos o más cilindros neumáticos. En la resolución de este tipo de ejercicios tendremos que proporcionar algunos o todos de los siguientes elementos:

- ♣ El diagrama de fases a partir del ciclo neumático.
- ♣ El ciclo neumático a partir del diagrama de fases.
- ♣ El diagrama de estado de los finales de carrera.
- ♣ El esquema neumático por el método de cascada (será el que nosotros utilizaremos).
- ♣ El esquema neumático por el método paso a paso.
- ♣ La posibilidad de emplear un pulsador de emergencia.

### MÉTODO DE CASCADA

Es uno de los métodos utilizables para la resolución de ciclos neumáticos en los que se dan doble pilotajes. Se resolución se puede esquematizar así:

- a) En la realización de ciclos neumáticos, las condiciones iniciales corresponden al final de la secuencia del ciclo, es decir, al último movimiento realizado
- b) Se calcula el **número de grupos** que existen en el ciclo. Para ello ha de tenerse en cuenta que un mismo cilindro (A, B, C...) no puede moverse dos veces dentro de un mismo grupo.
- c) El **número de válvulas de memoria** se calcula de acuerdo con la ecuación  $n^{\circ} = G - 1$ , siendo G el número de grupos del ciclo neumático.
- d) En la colocación de las válvulas de memoria tendremos en cuenta lo siguiente:
  - La última de ellas, la inferior, estará pilotada por la izquierda por la señal de entrada del GI y por la derecha por la señal de entrada del último de los grupos (GN).
  - La válvula inmediatamente superior a la anterior estará pilotada por la izquierda por la señal de entrada del grupo GN-1 y por la derecha su desconexión se producirá al entrar el grupo siguiente (GN).
  - La fuente de aire se deja conectada directamente en el último de los grupos (GN). La entrada del GI se hará a través de las conexiones internas de las válvulas de memoria.
- e) Siempre que existan únicamente dos grupos, la solución económicamente más rentable es la realización de un sistema de cascada ya que en el sistema paso a paso deberíamos forzar un tercer paso inexistente.

### MÉTODO PASO A PASO

El método paso a paso sirve para solucionar problemas de doble pilotaje, al igual que el método de cascada.

Su limitación es que no sirven para solucionar los casos en los que sólo hay dos grupos de presión (éste problema se soluciona estableciendo un tercer grupo de manera arbitraria).

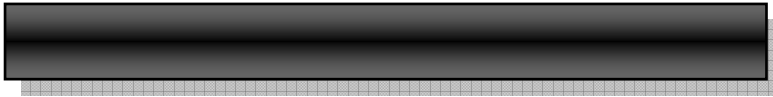
En el método paso a paso se utilizan tantas válvulas 3/2 como grupos necesitamos. Todas llevan doble pilotaje neumático y se alimentan directamente de la red.

## EMERGENCIAS

Un pulsador de emergencia puede implementarse mediante una válvula 5/2 activada con un pulsador neumático con enclavamiento y cuyo retroceso es automático (muelle). La válvula de emergencia 5/2 nos proporciona dos señales de salida: una de ellas será la emergencia propiamente dicha, la otra será la encargada de suministrar el aire comprimido del circuito.

Podemos distinguir dos tipos de emergencias:

- ♦ Aquellas en las que todos los actuadores vuelven a las condiciones iniciales del ciclo sin tenerse en cuenta el orden de regreso de los vástagos de los cilindros a sus condiciones de reposo. También es necesario forzar el regreso a la posición inicial de las válvulas de memoria, de todas excepto la que conecta el último grupo.
- ♦ Si quisiéramos que el regreso de los vástagos de los cilindros también fuese secuencial, tendríamos que colocar las condiciones en serie: emergencia + final de carrera correspondiente. El problema que surge en esta situación es la alimentación de los finales de carrera ya que al pulsar la emergencia cortamos la alimentación del grupo por lo que el final de carrera podrá alimentarse de su grupo correspondiente (en el caso del funcionamiento normal del ciclo) o de la emergencia (en el caso de que la misma haya sido activada) por lo que ambas (G y E) habrán de estar conectada mediante una válvula OR. Otra solución para realizar la alimentación del final de carrera sería alimentando el final de carrera directamente de la presión.



1. Uso de ***dos cilindros de doble efecto*** para extraer piezas de un cargador y depositarlas sobre un plano inclinado. Oprimiendo un pulsador, el primer cilindro extrae una pieza del cargador. A continuación, el segundo cilindro desplaza la pieza hasta el plano inclinado. Concluida la operación, primero retrocede el primer cilindro y, a continuación, hace lo mismo el segundo. Para que las piezas sean desplazadas adecuadamente, es necesario detectar las posiciones normales y de final de carrera de los vástagos de ambos cilindros. Dibujar también el diagrama de fases.
2. Realización por el **método de cascada** del siguiente ciclo: **A+ A- B+ B-** . Condiciones:
  - ❖ Inicio del ciclo: Una palanca neumática o un pulsador neumático.
3. Realización por el **método de cascada** del siguiente ciclo: **A+ A- B+ B- C+ C-** . Condiciones:
  - ❖ Inicio del ciclo: Una palanca neumática o un dos pulsadores neumáticos simultáneos.
  - ❖ Velocidad máxima de retroceso para todos los cilindros.
  - ❖ Pulsador de emergencia que nos remita a las condiciones iniciales del ciclo.
4. Realización por el **método de cascada** del siguiente ciclo: **A+ B+ B- A-** . Condiciones:
  - ❖ Inicio del ciclo: Un pulsador neumático.
  - ❖ Velocidad máxima de salida para el cilindro A y velocidad de regreso regulable para el cilindro B.
  - ❖ Pulsador de emergencia que permita el regreso secuencial ordenado de los vástagos de los cilindros, esto es, en orden inverso a su salida (B- A-).
5. Realización por el **método de cascada** del siguiente ciclo: **A+ B+ B- C+ C- A-** . Condiciones:
  - ❖ Inicio del ciclo: Un pulsador neumático.
  - ❖ Pulsador de emergencia que permita un retroceso de los vástagos de los cilindros según la secuencia B- A- C-.
6. Realización por el **método de cascada** del siguiente ciclo: **A+ B+ B- C+ B+ B- C- A-** . Condiciones:
  - ❖ Inicio del ciclo: Dos pulsadores neumáticos y detección de pieza.
  - ❖ Pulsador de emergencia que permita un retroceso de los vástagos de los cilindros según la secuencia C- B- A-.
7. Realización por el **método de cascada** del siguiente ciclo: **A+ B+ B- C- B+ B- (C+ A-)** . (Los movimientos realizados entre paréntesis se realizan al mismo tiempo). Condiciones:
  - ❖ Inicio del ciclo: Dos pulsadores neumáticos, siempre que se detecte pieza.
  - ❖ Pulsador de emergencia.

8. Realización mediante el sistema de cascada de un esquema neumático que cumpla las siguientes condiciones:

**Ciclo:** A+ B- A-  
B+

- a) Obtención del diagrama de fases.
- b) Condiciones de funcionamiento:
  - ❖ El ciclo comenzará con la activación de un pulsador.
  - ❖ La salida del cilindro A ha de producirse a la máxima velocidad y el regreso del cilindro B ha de ser tal que la velocidad sea regulable.
  - ❖ Es necesario que el ciclo esté completamente terminado (final de carrera en la posición correspondiente) para que pueda iniciarse el ciclo.
  - ❖ Ha de disponer de un pulsador de emergencia con enclavamiento que, al ser accionado, provocará el regreso automático de los émbolos de los cilindros.

9. Realización mediante el sistema de cascada de un esquema neumático que cumpla las siguientes condiciones:

**Ciclo:** A+ B+ A- C+ C- B-

- a) Obtención del diagrama de fases.
- b) Condiciones de funcionamiento:
  - ❖ El ciclo comenzará con la activación simultánea de un pulsador y una palanca neumática
  - ❖ Es necesario que el ciclo esté completamente terminado (final de carrera en la posición correspondiente) para que pueda iniciarse el ciclo.

10. Realización mediante el sistema de cascada de un esquema neumático que cumpla las siguientes condiciones:

**Ciclo:** B+ A+ B-  
A-

- a) Obtención del diagrama de fases.
- b) Condiciones de funcionamiento:
  - ❖ El ciclo comenzará con la activación de una palanca neumática.
  - ❖ La velocidad de salida del cilindro A ha de ser regulable y el regreso del cilindro B ha de producirse a la máxima velocidad
  - ❖ Es necesario que el ciclo esté completamente terminado (final de carrera en la posición correspondiente) para que pueda iniciarse el ciclo.
  - ❖ Ha de disponer de un pulsador de emergencia con enclavamiento que, al ser accionado, provocará el regreso automático de los émbolos de los cilindros.

11. Realización mediante el sistema de cascada de un esquema neumático que cumpla las siguientes condiciones:

**Ciclo:** B+ C+ B- A+ C- A-

- a) Obtención del diagrama de fases.
- b) Condiciones de funcionamiento:
  - ❖ El ciclo comenzará con la activación de una palanca o un pedal neumático.

- ❖ Es necesario que el ciclo esté completamente terminado (final de carrera en la posición correspondiente) para que pueda iniciarse el ciclo.

12. Dada la secuencia neumática: **A+ B+C+C- B-+ A-** , realizar:

- ❖ Diagrama de fases
- ❖ Diagrama de estado de finales de carrera.
- ❖ Esquema neumático según el método de cascada.
- ❖ Condiciones adicionales:
  - El arranque del ciclo se producirá mediante la pulsación simultánea de dos pulsadores o bien mediante una palanca que establezca ciclo automático, si bien para este último será imprescindible la presencia de la pieza a tratar, señal asegurada mediante un final de carrera dispuesto a tal efecto.
  - La velocidad de salida y entrada del vástago del cilindro C, deberá poder ser regulada independientemente.
  - El avance del vástago del cilindro B, se producirá transcurridos 4 s. desde la aparición de la señal de pilotaje correspondiente.
  - El avance del vástago del cilindro B se realizará a la máxima velocidad posible.

13. Realización mediante el sistema de cascada de un esquema neumático que sirva para la realización del siguiente ciclo:

**Ciclo:**                      **A+ B+ C+ D- D+ C+ B-**  
    **C-      A-      C-**

Se pide:

- a) Obtención del diagrama de fases.
- b) Condiciones normales de funcionamiento:
  - i) El ciclo comenzará con la activación de un pulsador. También ha de estar dotado de un dispositivo que le permita la realización del ciclo de forma continua.
  - ii) La salida del cilindro A (A+) ha de producirse a la máxima velocidad y el regreso del cilindro B (B-) ha de ser tal que la velocidad sea regulable.
  - iii) Es necesario que el ciclo esté completamente terminado (final de carrera en la posición correspondiente) para que pueda iniciarse el ciclo.
  - iv) La entrada del grupo II ha de retrasarse 10 s. una vez tocado el final de carrera correspondiente.
  - v) La entrada del grupo III se producirá una vez que la presión ejercida en el retroceso del cilindro correspondiente sea de 3 atm.
- c) Emergencias:
  - i) Ha de disponer de un pulsador de emergencia con enclavamiento que, al ser accionado, provocará el corte en el suministro del aire comprimido y el regreso automático de los émbolos de los cilindros según la siguiente secuencia:

**A- C+ B- D+**

- ii) Resolución en detalle individualizado de los posibles dobles y/o triples pilotajes que se produzcan en algunos de los finales de carrera.

14. Realización por el **método paso a paso** del siguiente ciclo: **A+ B+ B- A- C+ C-**. Condiciones:

- ❖ Inicio del ciclo: Un pulsador neumático o palanca neumática.
- ❖ La velocidad de salida de los vástagos de los cilindros A y C ha de ser regulable.
- ❖ El retroceso del cilindro B ha de producirse a la máxima velocidad.
- ❖ El regreso del cilindro C ha de retrasarse 5 segundos.

15. Realización por el **método paso a paso** del siguiente ciclo: **A+ B+ B- C- B+ B- (C+ A-)**.

Condiciones:

- ❖ Inicio del ciclo: Dos palancas neumáticas y detección de pieza.
- ❖ El ciclo ha de ir dotado de pulsador de emergencia.
- ❖ La salida del cilindro C ha de producirse a la máxima velocidad.
- ❖ La salida del cilindro A ha de retrasarse 12 segundos.
- ❖ El regreso del cilindro B ha de producirse a la máxima velocidad.

16. Resolver por el **método paso a paso** del siguiente ciclo: **A+ B+C+C- B-+ A- :**

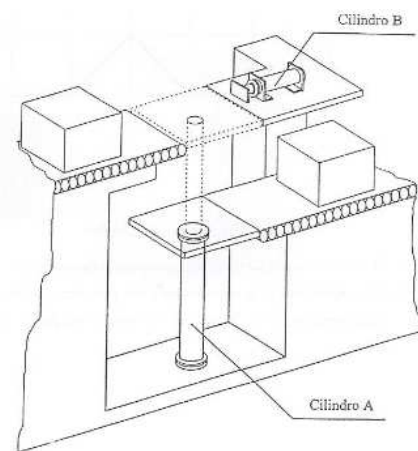
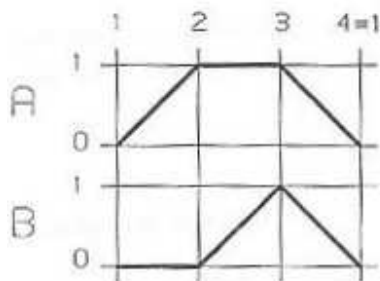
- ❖ Diagrama de fases
- ❖ Diagrama de estado de finales de carrera.
- ❖ Esquema neumático según el método de cascada.
- ❖ Condiciones adicionales:
  - El arranque del ciclo se producirá mediante la pulsación simultánea de dos pulsadores o bien mediante una palanca que establezca ciclo automático, si bien para este último será imprescindible la presencia de la pieza a tratar, señal asegurada mediante un final de carrera dispuesto a tal efecto.
  - La velocidad de salida y entrada del vástago del cilindro C, deberá poder ser regulada independientemente.
  - El avance del vástago del cilindro B, se producirá transcurridos 4 s. desde la aparición de la señal de pilotaje correspondiente.
  - El avance del vástago del cilindro B se realizará a la máxima velocidad posible.



## I. DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DE OBJETOS

Condiciones adicionales:

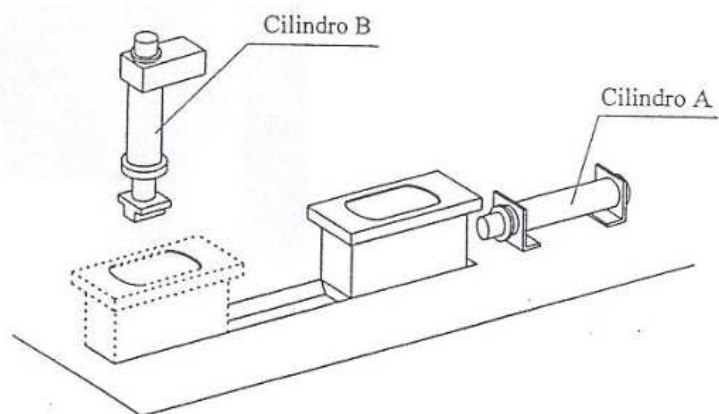
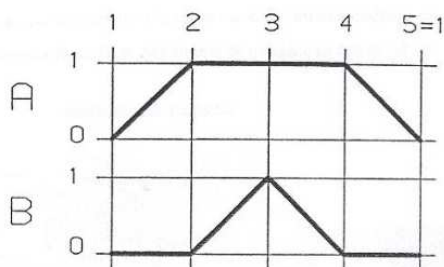
- f) El ciclo comenzará al activar simultáneamente dos pulsadores o bien mediante el uso de un pedal neumático.
- g) Ha de posibilitarse la ejecución de un ciclo continuado.
- h) Será imprescindible la presencia de pieza para comenzar un nuevo ciclo. Dicha señal proviene de un final de carrera neumático dispuesto a tal efecto.



## 2. DISPOSITIVO GRABADOR POR ESTAMPACIÓN I

Condiciones adicionales:

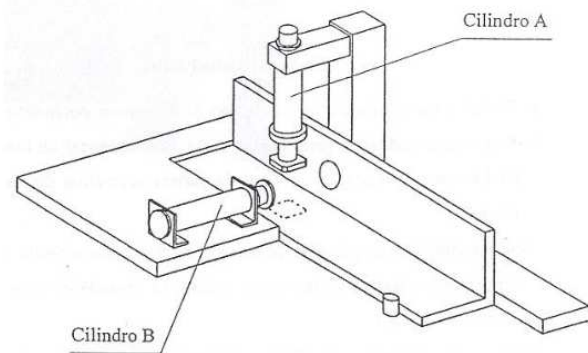
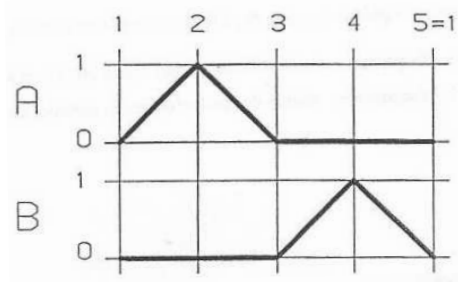
- i) El ciclo comenzará al activar simultáneamente un pulsador y un pedal neumático.
- j) Será imprescindible la presencia de pieza para comenzar un nuevo ciclo. Dicha señal proviene de un final de carrera neumático dispuesto a tal efecto.



### 3. DISPOSITIVO GRABADOR POR ESTAMPACIÓN II

Condiciones adicionales:

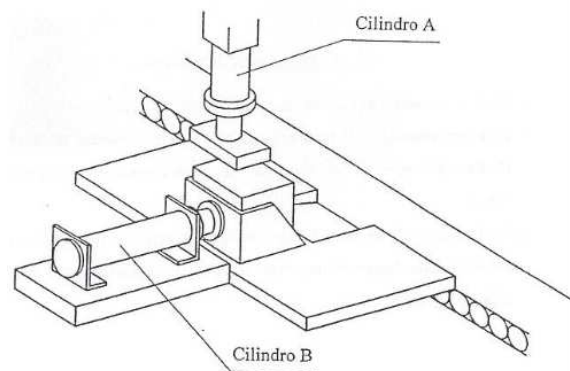
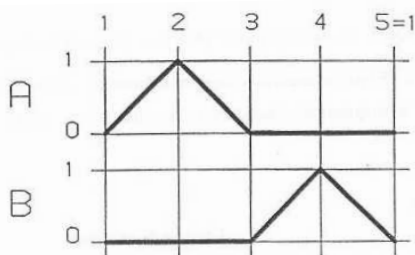
- a) El ciclo comenzará al activar bien una palanca, bien un pedal neumático.
- b) Será imprescindible la presencia de pieza para comenzar un nuevo ciclo. Dicha señal proviene de un final de carrera neumático dispuesto a tal efecto.
- c) Se dispondrá de un pulsador de emergencia, el cual al ser accionado forzará el retroceso simultáneo e incondicional de todos los cilindros (A y B).



### 4. DISPOSITIVO GRABADOR POR ESTAMPACIÓN III

Condiciones adicionales:

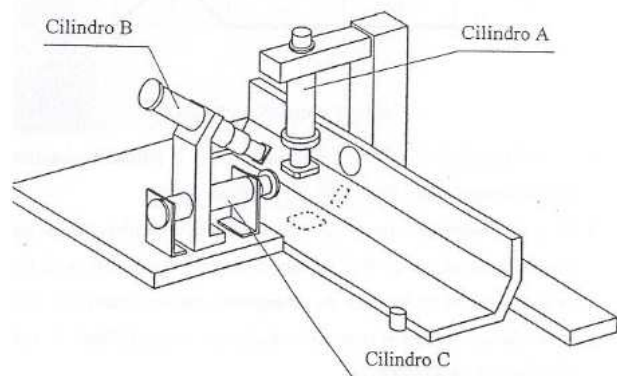
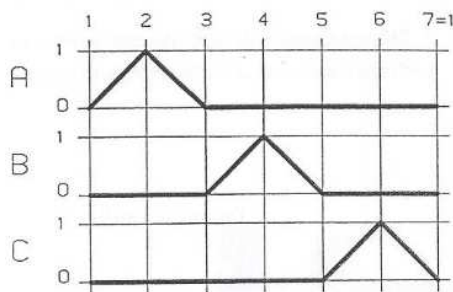
- a) El ciclo comenzará al activar cualquiera de dos palancas indistintamente.
- b) Será imprescindible la presencia de pieza para comenzar un nuevo ciclo. Dicha señal proviene de un final de carrera neumático dispuesto a tal efecto.
- c) Se dispondrá de un pulsador de emergencia con enclavamiento, el cual al ser accionado forzará el retroceso simultáneo e incondicional de todos los cilindros (A y B).
- d) El cilindro A permanecerá 15 s. en su máxima posición antes de comenzar su carrera de retroceso.



## 5. ESTAMPACIÓN DE PERFILES ESPECIALES

Condiciones adicionales:

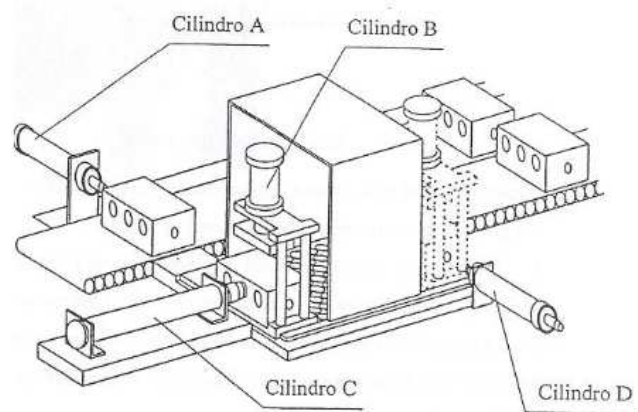
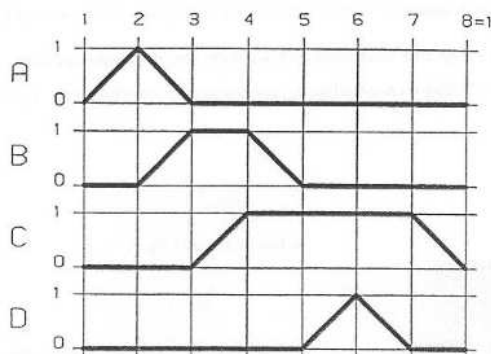
- El comienzo del ciclo vendrá condicionado por la pulsación simultánea de dos pulsadores o bien al accionar un pedal neumático.
- En ambos casos, será imprescindible la presencia de pieza para comenzar un nuevo ciclo. Dicha señal proviene de un final de carrera neumático dispuesto a tal efecto.
- Se dispondrá de un pulsador de emergencia con enclavamiento, el cual al ser accionado forzará el retroceso simultáneo e incondicional de todos los cilindros (A, B y C).
- El retroceso de todos los cilindros se realizará a la máxima velocidad posible.



## 6. DISPOSITIVO DE LIMPIEZA

Condiciones adicionales:

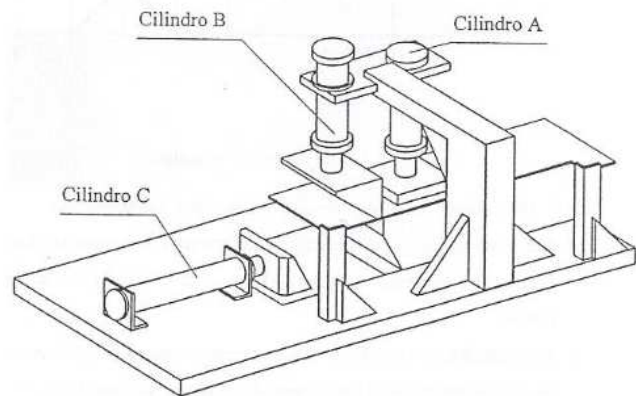
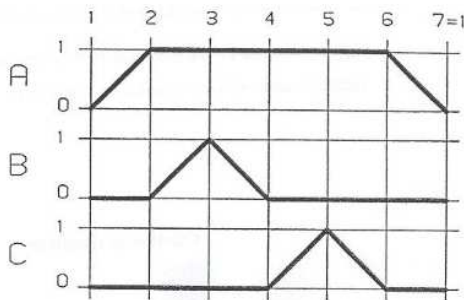
- El comienzo del ciclo vendrá condicionado por la pulsación simultánea de dos pulsadores o bien al accionar un pedal neumático.
- En ambos casos, será imprescindible la presencia de pieza para comenzar un nuevo ciclo. Dicha señal proviene de un final de carrera neumático dispuesto a tal efecto.
- Se dispondrá de un pulsador de emergencia con enclavamiento, el cual al ser accionado forzará el retroceso simultáneo e incondicional de todos los cilindros (A, B, C y D).
- Los cilindros A y D, tendrán una temporización de 2 s. en su máxima posición, antes de comenzar su carrera de retroceso.



## 7. DISPOSITIVO DE DOBLADO

Condiciones adicionales:

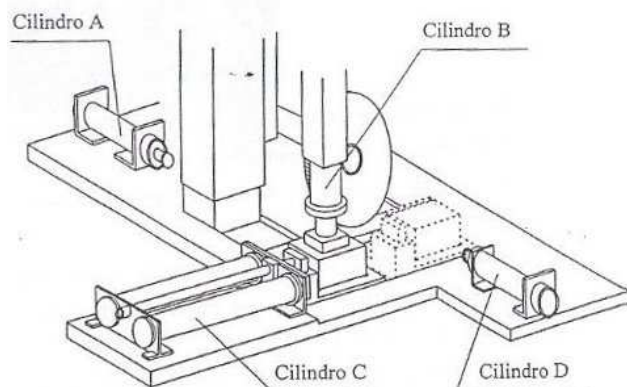
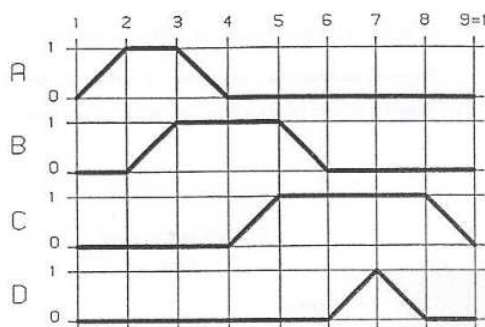
- e) El ciclo comenzará con la activación simultánea de dos pedales neumáticos.
- f) En ambos casos, será imprescindible la presencia de pieza para comenzar un nuevo ciclo. Dicha señal proviene de un final de carrera neumático dispuesto a tal efecto.
- g) Se dispondrá de un pulsador de emergencia con enclavamiento, el cual al ser accionado forzará el retroceso simultáneo e incondicional de todos los cilindros (A, B, y C).
- h) El retorno a la posición inicial de los cilindros B y C se realizará lo más pronto posible pero transcurridos 3 y 5 s. respectivamente desde que llegaron a su posición máxima.



## 8. DISPOSITIVO DE MECANIZADO

Condiciones adicionales:

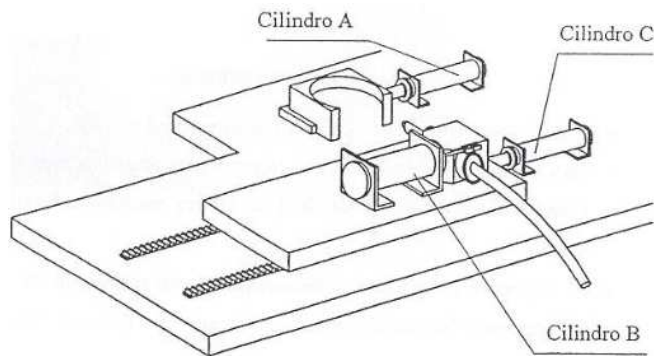
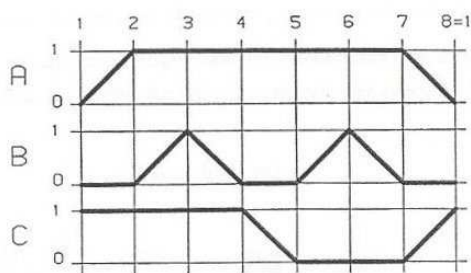
- a) El ciclo comenzará con la activación simultánea de dos pulsadores.
- b) Será imprescindible la presencia de pieza para comenzar un nuevo ciclo. Dicha señal proviene de un final de carrera neumático dispuesto a tal efecto.
- c) Se dispondrá de un pulsador de emergencia con enclavamiento, el cual al ser accionado forzará el retroceso simultáneo e incondicional de todos los cilindros (A, B, C y D).



## 9. LIMPIEZA DE PIEZAS

Condiciones adicionales:

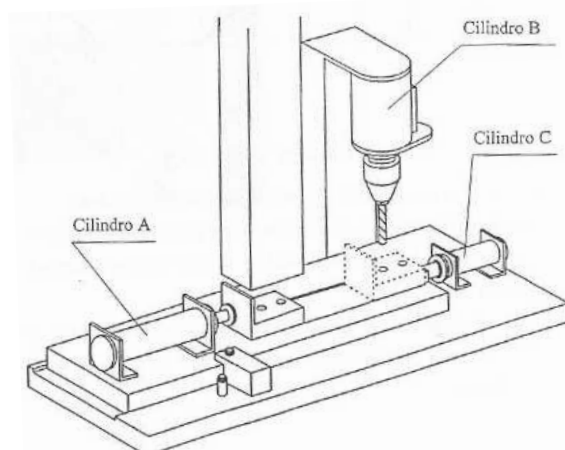
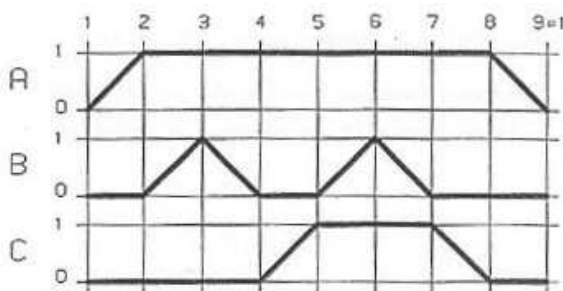
- El ciclo comenzará con la activación simultánea de dos pulsadores.
- Será imprescindible la presencia de pieza para comenzar un nuevo ciclo. Dicha señal proviene de un final de carrera neumático dispuesto a tal efecto.
- Se dispondrá de un pulsador de emergencia con enclavamiento, el cual al ser accionado forzará el retroceso simultáneo e incondicional de todos los cilindros.



## 10. TALADRADORA AUTOMÁTICA

Condiciones adicionales:

- El ciclo comenzará con la activación simultánea de dos pulsadores.
- Será imprescindible la presencia de pieza para comenzar un nuevo ciclo. Dicha señal proviene de un final de carrera neumático dispuesto a tal efecto.
- Se dispondrá de un pulsador de emergencia con enclavamiento, el cual al ser accionado forzará el retroceso simultáneo e incondicional de todos los cilindros.

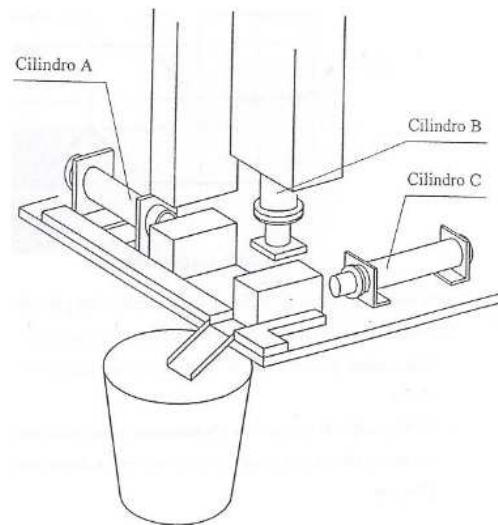
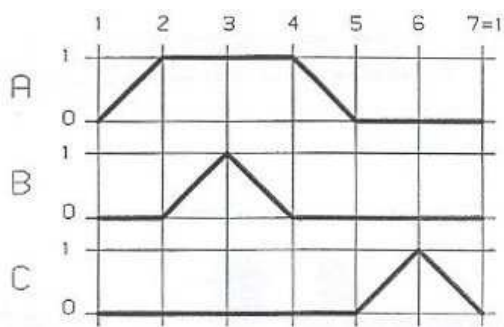




## II. TALADRADORA AUTOMÁTICA

Condiciones adicionales:

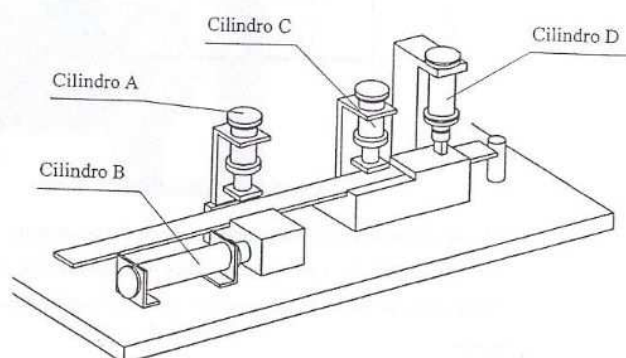
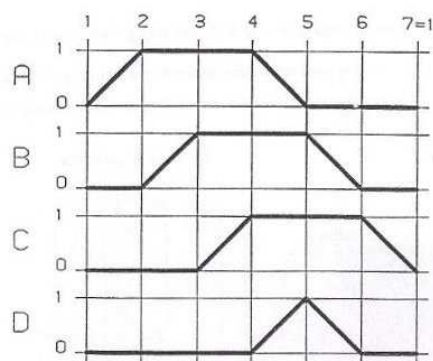
- El ciclo comenzará con la activación simultánea de dos pulsadores o mediante la activación de un pedal neumático.
- Será imprescindible la presencia de pieza para comenzar un nuevo ciclo. Dicha señal proviene de un final de carrera neumático dispuesto a tal efecto.
- Se dispondrá de un pulsador de emergencia con enclavamiento, el cual al ser accionado forzará el retroceso simultáneo e incondicional de todos los cilindros.



## 12. UNIDAD DE MATRICERÍA

Condiciones adicionales:

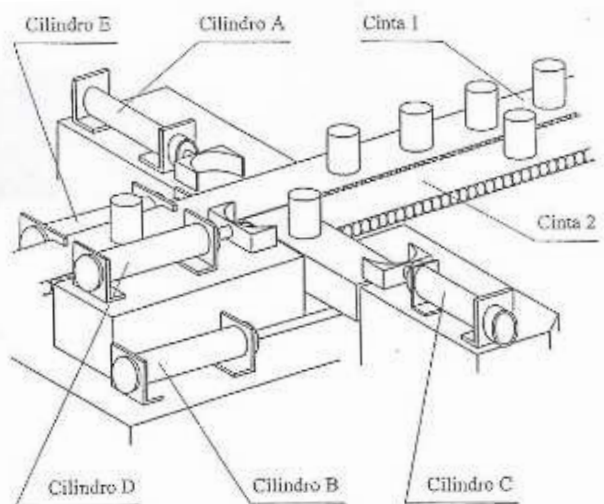
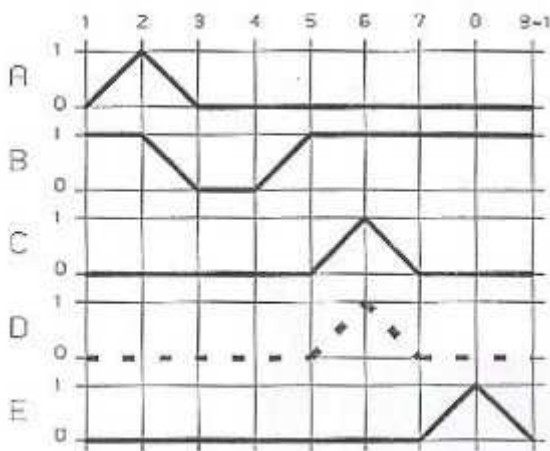
- El ciclo comenzará con la activación indistinta de un pedal, una palanca o un pulsador neumático.
- Será imprescindible la presencia de pieza para comenzar un nuevo ciclo. Dicha señal proviene de un final de carrera neumático dispuesto a tal efecto.
- Se dispondrá de un pulsador de emergencia con enclavamiento, el cual al ser accionado forzará el retroceso simultáneo e incondicional de todos los cilindros.



### 13. UNIDAD DE DISTRIBUCIÓN

Condiciones adicionales:

- El ciclo comenzará con la activación simultánea de dos pulsadores.
- La unidad ha de disponer de un sistema que permita hacer el ciclo de forma continuada.
- Será imprescindible la presencia de pieza para comenzar un nuevo ciclo. Dicha señal proviene de un final de carrera neumático dispuesto a tal efecto.
- Se dispondrá de un pulsador de emergencia con enclavamiento, el cual al ser accionado forzará el retroceso simultáneo e incondicional de todos los cilindros.



### 14. DISTRIBUCIÓN DE OBJETOS

Condiciones de funcionamiento:

- Las piezas van llegando por medio de una cinta transportadora y han de repartirse a cuatro puntos distintos.
- La selección de destino se realizará manualmente por medio de pulsadores, según el propio criterio del operario.
- La selección de destino ha de ser posible en cualquier secuencia.
- Las cuatro selecciones quedan definidas por las distintas posiciones que resultan de la combinación serie de los cilindros A y B, suponiéndoles distinta longitud de carrera.

